1562

Предприятие п/я Г-4149

[redacted]

Экз.№ ____

[redacted]

"УТВЕРЖДАЮ"
Директор предприятия
________ (ГУСЕВ)
" 4 " янв 1973 г.

"СОГЛАСОВАНО"
Главный конструктор предприятия
________ (РЯЗАНСКИЙ)
" 4 " янв. 1974 г.

"СОГЛАСОВАНО"
Руководитель 968 ПЗ
________ (СТАРЦЕВ)
" 3 " 01 1974 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ "ЛУНА-21" И "ЛУНОХОД-2"

(Об"ект Е8 № 204)

Начальник отделения,
зам. главного конструктора ________ (ГАЛИН)

1973

[redacted]

[redacted]

ИСПОЛНИТЕЛИ

АДАСКИН Н.Б. - старший инженер
БАКИТЬКО Р.Г. - начальник отдела
БАРИНОВ И.В. - старший инженер
БИРЮКОВ В.П. - старший инженер
БОГАЧЕВ Н.С. - старший инженер
БОЛДИН В.И. - заместитель начальника отделения
БУКАРЕВА А.А. - старший инженер
БОНДАРЕВ А.Е. - и.о. начальник лаборатории
ВАСИЛЬЕВ В.П. - начальник отделения
ГАГАРСКИЙ С.С. - старший инженер
ГИНЗБУРГ И.У. - начальник лаборатории
ГОВОРОВ В.М. - начальник лаборатории
ГОМОНОВ А.А. - старший инженер
ЕГОРОВ Г.Н. - заместитель начальника отделения
ЕРЕМИН А.И. - инженер
ЗАПЕЧНИКОВ В.Н. - инженер
ЗАСЕЦКИЙ В.В. - начальник лаборатории
ЗЕНКЕВИЧ О.А. - начальник лаборатории
ИВЕНСКИЙ Д.С. - начальник лаборатории
КИРЕЙЧЕНКО В.И. - начальник лаборатории
КЛИМОВ Г.Б. - руководитель группы
КОЗЫРЕВ А.В. - начальник лаборатории
КОЛЬЦОВ В.А. - старший инженер
КРУЧКОВИЧ М.М. - начальник лаборатории
ЛАВРЕНОВ В.Н. - помощник начальника отдела

[redacted]

[redacted]

ЛЕБЕДЕВ С.Е.	- старший инженер
МАТВЕЕВ А.Ф.	- старший инженер
МАЛЮЧКОВ О.Е.	- старший инженер
МИКИРТУМЯНЦ А.Н.	- начальник отдела
МОЛОТОВ Е.П.	- начальник отдела
ПАЛЛО Ю.В.	- представитель заказчика
ПАРХОМЕНКО Н.Н.	- старший инженер
ПИКОВСКИЙ И.И.	- начальник отдела
ПЛИЕВ Л.Ф.	- зам.начальника отделения
ПОЛЯКОВ А.Г.	- руководитель группы
ПУТИЛОВСКИЙ Б.М.	- старший инженер
ПОЛЯКОВ Ю.Д.	- старший инженер
САФОНЕНКОВ Т.М.	- старший техник
СЕЛИВАНОВ А.С.	- начальник отдела
СЕРЕГИН В.И.	- ст.научный сотрудник
СМИРНОВ В.И.	- старший инженер
СОРОКИН В.П.	- начальник отделения
СЕРЕГИН В.А.	- старший инженер
ТАРАСОВА Н.Г.	- старший инженер
ТИМОФЕЕВ В.Ю.	старший научный сотрудник
ТИМОХИН В.А.	- начальник лаборатории
ТРУСОВ Б.П.	- зам.начальника отделения
ТУЧИН Ю.М.	- начальник лаборатории
ХИСИН Б.Я.	- руководитель группы
ЧЕРНОМОРДИК И.Д.	- начальник сектора
ЧЕРНЫШ Г.И.	- начальник лаборатории
ЧЕМОДАНОВ В.П.	- руководитель группы

[redacted]

3л.

[redacted]

ШАРГОРОДСКИЙ В.Д. - и.о.начальника отдела

ШЕМЯКИН В.Д. - старший инженер

ШУМИЛКИН В.А. - представитель заказчика

[redacted]

[redacted]

ОГЛАВЛЕНИЕ

[redacted]


[redacted]

Глава I

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ РК-Е8

Основной задачей радиотехнического комплекса, установленного на об"екте Е8, является обеспечение многофункциональной двусторонней радиосвязи, измерения параметров движения, управления системами об"екта на перелете Земля-Луна, по орбите искусственного спутника Луны (ИСЛ) и на участке спуска на поверхность Луны и обеспечение работы с поверхности Луны при управлении движением подвижной станции "Луноход".

В бортовой радиокомплекс об"екта Е8 входят следующие системы:

- система дальней радиосвязи (ДРС), состоящая из приемо-передающей системы (СI95Е) и программно-временного устройства - системы СI9IЕМ/СI65ЕМ;
- система малокадрового телевидения - МКТВ (ЭА053);
- система фототелевизионная ФТ (С2I8 и ЯI98);
- фотоприемник для квантово-оптической пеленгации (ФАОIО);
- система сбора телеметрической информации о состоянии систем об"екта - ТМ (БР9-Ц8).

В данном отчете работа системы ТМ не рассматривается.

Блок-схема системы РК-Е8 приведена на рис.I.I.

На участке перелета Земля-Луна комплекс РК-Е8 выполняет следующие задачи:

- прием и выдачу функциональных и числовых команд (уставок) для управления системами об"екта;


[redacted]

[redacted]

Рис I.1

[redacted]

- ретрансляцию сигнала измерения параметров движения об"екта на траектории перелета Земля-Луна, на орбите ИСЛ и на участке спуска на поверхность Луны;

- передачу телеметрической информации о состоянии систем об"екта;

- передачу квитанций функциональных, числовых команд и маркерных сигналов работы программно-временного устройства (ПВУ) для привязки наземного и бортового времени;

- формирование и выдачу ряда последовательных команд (жестких программ), закладку, хранение и отработку числовой информации (гибкие программы-уставки) для управления системами об"екта в соответстии с программой полета;

- формирование программ мягкой посадки на лунную поверхность.

На поверхности Луны комплекс РК-Е8 выполняет следующие задачи:

- прием функциональных команд для управления системами лунохода;

- передачу на Землю телеметрической информации;

- передачу на Землю фототелевизионного панорамного изображения;

- передачу научной информации "Рифма" на стоянках лунохода через фототелевизионный канал;

- передачу малокадрового телевизионнного изображения при движении лунохода;

- прием фотоприемником светового сигнала наземного квантового генератора и передачу на Землю по радиоканалу сигнала "Маркер" при попадании луча в фотоприемник.

[redacted]

[redacted]

§ I. Система ДРС

В систему дальней радиосвязи входят. (рис.I.2):

- приемо-передающее устройство - система CI95E;
- трассовое программно-временное устройство - система CI9IEM/CI65EM;
- программно-временное устройство мягкой посадки - система CII2E.

Приемо-передающее устройство CI95E состоит из:

- двух приемных радиолиний Земля-борт дециметрового и метрового диапазонов волн, каждая из которых дублирована холодным резервированием;
- передающей радиолинии борт-Земля, дециметрового диапазона волн, дублированной холодным резервированием.

Дециметровая радиолиния Земля-борт работает на частоте 285Δ в режиме непрерывного излучения с амплитудной модуляцией. По радиолинии передаются следующие информации:

- 254 функциональные команды, время передачи одной команды составляет I,3 сек;
- числовые команды (уставки) в виде I6-разрядного двоичного кода, время передачи одной уставки составляет 3,5 сек;
- сигнал запроса дальности и скорости.

В системе предусмотрена возможность совмещения двух информаций: запроса дальности и команд (уставок). В этом случае запрос дальности передается методом фазовой модуляции, а команды (уставки) - методом амплитудной манипуляции.

Чувствительность линии по командному каналу равна $I,6.IO^{-I4}$ вт (-I38 дб).

[redacted]

[redacted]

Приемо-передающее устройство

Программно временное устройство

Приемник ДМ-I

Приемник ДМ-II

Приемник М-I

Приемник М-II

Дешифрат. I

Дешифрат. II

К.Р.У.

команды

З.Г.

Хронизатор

метки Ч.К

метки П.Ж

команды

квит

Заклад. Ч.К.

Блок автомат. Ч.К.

Блок автомат. ПЖ

Блоки памяти Ч.К.

Блоки памяти П.Ж

Передат. I

Передат. II

Модулят.

Модулят. ФТ

РКО

ТМ

МКТВ

камеры ФТ

наука.

Рис. I-2

[redacted]

Чувствительность линии по каналу измерения дальности 10^{-13} вт (-130 дб) при соотношении $P_с/P_ш \geq 1$.

Функциональные команды передаются четырьмя поднесущими частотами в диапазоне 20÷25 кгц.

Запросный сигнал параметров движения передается с Земли манипуляцией несущей частотами 30 или 75 кгц, полоса бортового канала ретрансляции 600 кгц.

Метровая радиолиния Земля-борт работает на частоте 475/12Δ и является дублирующей дециметровой в части передачи функциональных и числовых команд.

Передача информации осуществляется методом амплитудной манипуляции.

Чувствительность метрового канала составляет $1{,}2 \cdot 10^{-15}$ вт (-149 дб).

Передающая дециметровая радиолиния борт-Земля работает на частоте 342Δ с непрерывным излучением несущей.

По радиолинии методом линейно-фазовой модуляции (модулятор аналоговый) передаются следующие информации:

а) телеметрическая -10-разрядным двоичным относительным, потенциальным кодом со следующими скоростями:

- на участке перелета Земля-Луна скорость 3200 и 800 изм/сек;

- на участке искусственного спутника Луны (ИСЛ) 800 и 400 изм/сек;

- с поверхности Луны в чистом режиме 400 и 200 изм/сек и при совмещении с фототелевидением или малокадровым телевидением 200 и 50 изм/сек;

б) сигнал траекторных измерений скорости, получаемый в

[redacted]

[redacted]

результате преобразования на борту принятого сигнала 285Δ в сигнал 9/5Δ , при этом амплитудная или фазовая модуляция сигнала дальности переносится с несущей на поднесущую 9/5Δ ;

в) квитирование функциональных команд и уставок, при закладке последних в память, на участке перелета Земля-Луна осуществляется путем передачи на Землю в темпе приема на борту разрядов чисел, причем каждой посылке кода, передаваемой с Земли, соответствует своя частота на борту; эти частоты формируются на балансном модуляторе, имеющем опорную частоту 256 кгц, которая манипулирована дискретными частотами в диапазоне 0,7-2,5 кгц;

г) сигнал квитирования "второе исполнение" (МФК) служит для контроля прохождения команд на "Луноход-2" и имеет вид посылки длительностью 250±50 мсек заполненной частотой 260 кгц;

д) сигнал для привязки бортового времени хронизатора ПВУ (МПВУ) к наземному времени передается аналогично сигналу квитирования МФК и выдается с дискретностью 5 мин.;

е) сигнал попадания засветки на фотоприемник "Лунохода-2" от наземного квантово-оптического генератора передается также как квитанция МФК;

ж) фототелевизионная информация передается частотной модуляцией на одной из двух или на двух одновременно поднесущих частотах (130 и 190 кгц);

з) малокадровое телевидение - частотной модуляцией на поднесущей частоте 750 кгц, к которой линейно подмешивается сигнал 1 Мгц для принудительной синхронизации.

Спектральное распределение частот по всем видам инфор-

[redacted]

[redacted]

маций приведено на рис.I.3.

По радиолинии борт-Земля допускается совмещение следующих видов передаваемых информаций:

- телеметрической с квитанциями команд функциональных и числовых;

- телеметрической и фототелевизионной;

- телеметрической и малокадрового телевидения;

- сигнала траекторных измерений и квитанций команд.

При совмещении видов информаций модулирующая функция имеет вид линейной суммы исходных функций - сигналов несовмещенного режима. В ответной радиолинии используется передатчик с излучаемой мощностью не менее I5 вт, вид модуляции - фазовая с индексом $\theta = 75 \div 85^{\circ}$.

2. Программно-временное устройство (CI9IEM/CI65EM) системы дальней радиосвязи формирует:

а) десять жестких программ с максимальным числом меток в программе -I2, дискретность формирования временных интервалов - I или I0 сек;

- одновременно может отрабатываться только одна программа;

- управление работой программно-временного устройства осуществляется функциональными командами с Земли или сигналами ПВУ;

- метки программ выдаются на системы об"екта в виде напряжения -27^{+5}_{-3} в, длительностью 250 ± 50 мсек;

б) шесть групп числовых уставок - гибких программ, которые хранятся в блоках памяти; количество двоичных разрядов в каждом числе I6.

[redacted]

[redacted]

ТМ

ФТ ФТ

квит.

МПВУ
ФК.II исп.

ТВ

$\dot{R}$

R

0

$2F_б$

130кгц 190кгц f 260 кгц 750кгц 1мгц 9/5Δ f

256714гц
257000гц
257666 гц
258500гц

Рис.I.3

[redacted]

В соответствии с программой полета об"екта отрабатываются следующие уставки и ГП:

- уставки на систему управления полетом об"екта (СУ) $\Delta\gamma_н, \Delta\gamma_1, \Delta\gamma_2, \Delta\vartheta_1, \Delta\vartheta_{1д}, \Delta\vartheta_{2д}, W$;
- уставки на систему астроориентации (САО) $\Delta\varepsilon_1, \Delta\varepsilon_2$;
- гибкие программы:

$\Delta t_{5,6п}$ – для сдвига времени запуска жестких программ № 5 или № 6 и для автоматического включения бортового передатчика СI63М;

$\Delta t_{3,7,8}$ – для сдвига времени запуска жестких программ №№ 3,7,8.

Наибольшее время отработки уставок и ГП:

- уставки в СУ 0,025–3270 сек.;
- уставки в САО 0,I–3276 сек.;
- ГП I – 65536 сек.

Начало отработки ГП привязано к следующим сеткам хронизатора ПВУ:

Δt 5,6 П – 5 мин.;

Δt 3,7,8 – I сек.

Для обеспечения надежной выдачи уставок и ГП в системе принято голосование трех комплектов по логике два из трех.

Команды на запуск отработки уставок и ГП поступают по командам КРЛ и по меткам ПВУ.

В комплекс аппаратуры РК-Е8 изделия № 204, по сравнению с комплексом изделия № 203, введены следующие изменения:

I. В передатчиках СI63М модулятор на параметрическом диоде типа ДЗII заменен на ламповый, что сказалось на стабиль-

[redacted]

[redacted]

ность модуляционных характеристик и повысило надежность прибора в целом.

2. Для наиболее полного использования энергетических возможностей радиолинии при передаче телевизионного изображения введена индивидуальная с подрегулировкой коэффициента информативной мощности стыковка приемо-передающей системы (С195Е) с системой малокадрового телевидения (ЭА053).

Взаимная стыковка двух систем позволила получить на изделии № 204 телевизионное изображение хорошего качества.

3. Для повышения надежности работы ПВУ в части уставок и ГП в системе С191ЕМ/С165ЕМ введено троирование блоков памяти (С122М3) с логикой работы по двум из трех.

Подготовка к натурным испытаниям
и проведение испытаний

Аппаратура ДРС для об"екта № 204 была изготовлена на заводе в полном соответствии с документацией Главного конструктора, прошла приемо-сдаточные испытания в полном об"еме и была поставлена на завод им.Лавочкина для установки на об"ект № 204 и проведения испытаний ее в КИСе завода им. Лавочкина, на технической позиции и стартовой позиции в в/ч 11284.

В процессе проведения испытаний в КИСе завода им.Лавочкина (июнь 1972 г.) было зафиксировано замечание по аппаратуре РК-Е8. При работе камеры Я198 зав.№ Ю1.4519663 отсутствует синхросигнал в бланке что наблюдается на панорамном изображении. Анализ замечания показал, что камера Я198 изготовлена в 1969 г. до введения разделительного конденсатора по цепи синхросигнала, в связи с этим имеется постоянная составляющая в

[redacted]

[redacted]

этой цепи, которая приводит к отсутствию синхропосылки в бланке.

В связи с тем, что синхропосылка в бланке не используется при приеме изображения и не влияет на качество приема телевизионной панорамы, камера ЯI98 зав.№ ЮI45I9663 была допущена к ЛКИ решением Главного конструктора от 27 июня I972 г.

Других замечаний при испытании в КИСе головного заказчика не было.

В процессе испытаний на технической позиции, в период августа месяца I972 г. зафиксировано следующее замечание.

В сеансе торможение I при выдаче команды ЖI не включалась отработка уставки Δv_1 . Прохождение команды ЖI зафиксировано на пультах С625 и ПКП, а также на телеметрической записи параметра "П исполнение". На пульте ПКП транспарант "Отработка уставки" на загорелся, на КПА-СУ и на телеметрической записи не зафиксирован параметр "Отработка уставки". Отработка уставки началась по метке ПВУ "ТIО" (команда ЖI дублируется меткой "ТIО").

Для выявления причины замечания на об"екте было проведено ряд частных программ, в процессе которых уставка каждый раз нормально отрабатывалась по команде ЖI.

Анализ схемной документации РК-Е8 показал, что причинами незапуска отработки уставки Δv_1 могли быть:

I. Короткое замыкание по цепи команды ЖI в системах об"екта (СУ,ДРС или БКС), в результате которого сработала защита от перегрузки в системе ДРС (прибор СА039). К моменту проведения частных программ короткое замыкание устранилось.

[redacted]

[redacted]

2. Нарушение контакта в цепи прохождения команды "ЖI" в БКС об"екта между приборами CI60E и CI65E (размещенными в отсеках С и КТ соответственно) или же между приборами CI65E и CI2IE (отсек КТ).

3. Несрабатывание одного из следующих реле:

PI8 типа РЭС47 в приборе CI60E;

P79 тип РЭСIO в приборе CI65E;

P76 тип РЭСIO в приборе CI2IE.

По данному замечанию системы CI95E и CI9IE были отозваны на завод-изготовитель с целью установления причины приведшей к однократному непрохождению команды ЖI.

При испытании на заводе-изготовителе повторно вызвать непрохождение команды не удалось. Однако все подозреваемые электроэлементы приборов CI60E, CI65E, CI2IE были заменены, после замены приборы перепроверены по специальной программе. Системы CI95E и CI9IE с повторным положительным заключением в формулярах были направлены на техническую позицию для продолжения испытаний в составе об"екта.

В период проведения испытаний сентябрь-октябрь 1972 года на технической позиции при проведении сеанса разгон-доразгон получено замечание в работе системы CI9IE проявившееся в сбоях запуска бортовых программ. При выполнении частной программы в целях выяснения причин сбоев были обнаружены:

- отклонения от штатных циклограмм работы системы;

- незапуск программы № I после прохождения штатной метки ПВУ $\ell_{Д,7}$, несвоевременный запуск уставки $\Delta \gamma_{н}$;

- уменьшение напряжения борт-сети на I,5 в.

Анализ результатов частных программ и рассмотрение схем

[redacted]

[redacted]

бортовых систем и отдельных приборов показали, что указанные отклонения могут возникать в случае наличия дефектов в приборе СII8Е (системы СI9IЕ). После чего система СI9IЕ была снята с изделия, прибор СII8Е был вскрыт. На крышке прибора обнаружено механическое повреждение.

Внутри прибора установлено механическое повреждение контактов реле РЭС-49 - формирования метки $\ell_{Д,6}$ программы № 3.

Контакт "+" замкнут с контактом "-" вследствие чего возникло короткое замыкание, которое привело к возникновению гальванической связи между реле программ № 0,3,4 и выгоранию части схемы.

Дефект привел к неработоспособности системы СI9IЕ.

Для выявления причин механического повреждения прибора СII8Е была создана комиссия из представителей предприятий А-7544, Г-48I0 и Г-4I49.

Комиссия рассмотрела причины деформации прибора и установила, что деформация контейнера 8Е8-7I46-0 и прибора СII8Е произошла при установке в отсек об"екта системы СI9IЕ из-за деформации посадочных направляющих, о чем был составлен соответствующий акт с рекомендациями.

В своем заключении комиссия рекомендует внести в документацию предприятия п/я А-7544 раздел по контролю за посадочными размерами и методику по установке аппаратуры в отсек, обеспечивающую надежность сборки.

Система СI9IЕ заменена новым комплектом СI9IЕМ/СI65ЕМ, испытания на ТП продолжены.

Комплект СI9IЕ признан негодным для дальнейшего использования на об"ектах.

[redacted]

[redacted]

Нарушения технологии испытаний организации п/я А-7544, приведшие к разрушению комплекса С19IЕ, а также двойной цикл испытаний аппаратуры ДРС в КИСе и на ТП привели к дополнительному расходу ресурса ДРС и особенно по линии КРЛ ДМ.

Старт космического аппарата "КА" "Луна-21" произведен 8.01.73 г. КА вышел на орбиту ИСЗ и стартовал к Луне. Космический аппарат совершил мягкую посадку на поверхность Луны 16 января 1973 г. в $01^h.35^m.05^s$. Место посадки-восточная окраина Моря Ясности внутри кратера Лемонье. Сход "Лунохода-2" с посадочной ступени был произведен в первом сеансе через 20^m после посадки.

На участках старта выведения и посадки КА радиокомплекс функционировал нормально. Замечаний нет.

В первый лунный день было проведено 10 сеансов связи (101-110) с "Луноходом-2".

В 103-м сеансе связи наблюдалась неудовлетворительная работа астрокамеры (с ОВМ).

Я198-Ш - сбои синхронизации, а также повышенная температура выше допустимой. Подробный разбор этого замечания дан в разделе "Система ФТ".

В 105-м сеансе связи снималась диаграмма направленности антенны ОНА, результаты приведены в табл.1.1.

По результатам снятой диаграммы видно, что в азимутальной плоскости ширина равна $2\alpha = 48{,}9$ в угломестной плоскости $2\theta \approx 30^\circ$.

Коэффициент усиления антенны ОНА получен из условия энергетического потенциала:

$$\frac{P_c}{P_ш} = \frac{P\delta \cdot \frac{S}{T} \cdot K_y}{2\pi R^2 \cdot K \cdot \Delta F},$$

[redacted]

[redacted]

где: $P_Б$ – мощность бортового передатчика (I8 вт);

$\frac{S}{T} = Э$ – эффективность бортовой антенны (I,5);

ΔF – полоса наземного ФАПа (5.10^4);

R – расстояние до Луны (400 тыс.км);

K – постоянная Больцмана $1,38.10^{-23}$;

тогда:

$$K_y = \frac{P_c}{P_ш} \Delta F \frac{2\pi R^2 \cdot K}{P_Б \cdot Э} \approx 15 \div 20.$$

Коэффициент усиления антенны ОНА, рассчитанный по снятой диаграмме направленности,

$$K_y = \frac{25000}{2\theta \cdot 2\alpha} = \frac{25000}{30.48} = 17,8 .$$

По техническому заданию на луноход антенна ОНА должна иметь усиление, равное 30.

29.0I.73 была закончена программа первого лунного дня; "Луноход-2" переведен в дежурный режим "лунной ночи".

8.02.73 началось выполнение второго "лунного дня".

При проведении 250-го сеанса (II.02.73) наблюдалось непрохождение одиночных команд по дециметровой радиолинии через I дешифратор, при повторении команды проходили. Аналогичное явление наблюдалось и в остальных сеансах связи второго "лунного дня".

В результате непрохождения команды А2 (стоп) луноход продолжал двигаться в сторону кратера, команда прошла после трехкратного ее повторения. Движение лунохода наблюдалось по перемещению изображения на экране ВКУ системы МКВТ. В связи с этим Главной оперативной группой было принято решение выдавать команды по II дешифратору дециметровой радиолинии.

[redacted]

Таблица I.I.

Соотношение $P_с/P_ш$

Перемещение по углу азимута / Перемещение по углу места	-60	-52,5	-45	-37,5	-30	-22,5	-I5	-7,5	0	+7,5	I5	22,5	30	37,5	45	52,5	60	67,5	75
I5						40	90	I40	I70	I50	95	45	I3						
7,5				0,5	I0	40	90	220	260	220	I50	90	40	5	I				
0	3	20	2	55	I20	I95	250	290	300	270	2I0	I40	80	33	6	2	I4	22	I6
-7,5	3,5	II	26	60	I00	I50	I90	2I0	2I0	I90	I50	I00	65	34	I2	I,5	4		
-I5		4,5	7,5	I8	30	50	75	95	II0	90	80	60	40	25	I4	5	I	4	

[redacted]

[redacted]

При работе ФТ камер наблюдался высокий температурный градиент и в связи с этим было сокращено число снимаемых панорам (см.раздел "Система ФТ".)

22.02.73 закончена программа второго "лунного дня", "Луноход-2" переведен в дежурный режим "лунной ночи" - включен один приемник метрового диапазона.

9.03.73 г. началось выполнение программы третьего "лунного дня".

В сеансе 306 впервые в мире осуществлялась передача информации по оптиколазерному каналу в сторону Луны (прием прибором ФА010) и обратная передача этой информации по радиоканалу Луна-Земля (система С195Е). За сеанс было передано на "Луноход-2" свыше 600 буквенных знаков и принято на Земле.

В сеансе 307 на луноходе наблюдалось непрохождение команд через второй дешифратор дециметрового диапазона, в связи с этим замечанием Главным оперативно-техническим руководством было принято решение все команды выдавать через метровую командную радиолинию.

В сеансе 308 проводился эксперимент с целью изучения причин непрохождения радиокоманд.

При проведении эксперимента менялись комплекты приборов С115, С166М3, изменялась длительность командных посылок с 0,1 на 0,2 сек., изменялась мощность наземных передатчиков с 5 до 20 квт, команды выдавались по разным вертикалям и горизонталям командных матриц и по I и П дешифратору дециметрового диапазона волн, замечание подтвердилось.

Для исключения влияния наземных средств НИП-10 производилась выдача команд с НИП-14.

[redacted]

[redacted]

Команды приходили со второго-третьего раза, а в отдельных случаях с пятого раза.

Аналогичный эксперимент был повторен в 312-м сеансе связи, замечание также подтвердилось.

23.03.73 г. была закончена программа третьего "лунного дня" луноход переведен в дежурный режим.

8.04.73 г. начато выполнение программы четвертого "лунного дня".

В сеансе 406 проведена оптиколазерная пеленгация с целью определения координат "Лунохода-2".

В процессе проведения программы четвертого "лунного дня" все системы радиокомплекса функционировали нормально - замечаний нет. Команды на борт "Лунохода-2" передавались по метровой радиолинии.

22.04.73 г. была закончена программа четвертого "лунного дня", луноход переведен в дежурный режим.

8.05.73 г. Начато выполнение программы пятого "лунного дня".

В 503-м сеансе связи по данным телеметрической информации температура внутри "Лунохода-2" поднялась до 43-47°С.
Сеанс был прекращен, бортовые системы выключены.

Все последующие попытки включить бортовые системы и войти в связь с "Луноходом-2" не удавались.

"Луноход-2" прекратил свое функционирование 10.05.73 г. в $15^h.25^m$.

Наработка приемо-передающей радиолинии за время существования космического аппарата "Луна-21" и самоходного аппарата "Луноход-2" приведена в табл.1.2.


[redacted]

Таблица I.2.

Устройство / Период	CI63-I	CI63-П	CII5-I	CII5-П	CI70-I	CI70-П
К моменту старта КА	$114^h\ 48^m$	$104^h\ 48^m$	$\approx 550^h$	$\approx 350^h$	$\approx 300^h$	$\approx 200^h$
На момент мягкой посадки на Луну	$144^h\ 21^m$	$122^h\ 29^m$	$733^h\ 45^m$	366^h	$483^h\ 45^m$	$377^h\ 14^m$
На конец 3-х лунных суток	$232^h\ 50^m$	$188^h\ 41^m$	$1140^h\ 45^m$	924^h	$1448^h\ 45^m$	$2375^h\ 14^m$
На конец существования об"екта	$242^h\ 46^m$	$198^h\ 21^m$	$1266^h\ 56^m$	972^h	$1672^h\ 45^m$	$2524^h\ 14^m$

[redacted]

[redacted]

[redacted]

В табл. I.3 приведены данные ТУ по ресурсу аппаратуры и фактическая ее наработка с момента изготовления.
Из табл. I.2. видно, что к моменту старта КА передатчики наработали 2I8 час., это произошло из-за того, что об"ект Е8 № 204 проходил два цикла наземных испытаний в КИСе п/я А-7544 и на ТП в/ч II284.

Из табл. I.3 видно, что к моменту потери связи с "Луноходом-2" передатчики и приемники метрового диапазона волн полностью выработали свой ресурс.

Расход ресурса командной радиолинии с момента изготовления системы CI95E приведен в табл.I.4.

Из табл.I.4 видно, что непрохождение команд началось после выдачи на борт 27063 команд при гарантированном ресурсе 20000 команд.

Таблица I.3.

Приборы	Часы наработки		Наработка сверх ресурса
	По ТУ	Фактически	
Передатчики (CI63M)	250^h	$441^h\ 7^m$	$191^h\ 7^m$
ДМ приемный канал (CII5)	2500^h	$2238^h\ 56^m$	нет
М приемный канал (CI70)	3000^h	$4196^h\ 59^m$	$1196^h\ 59^m$

[redacted]

[redacted]

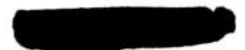
Таблица I.4.

Этапы испытаний	Количество выданных команд	
	по ДМ Р/л	по М Р/л
Команды, выданные до КП (КИС и ТП)	I2304	8202
Команды, выданные от КП до момента посадки	I380	I45
Команды, выданные от мягкой посадки до перехода на "М" Р/л (сеанс 308)	I4282	I499
Команды, выданные с сеанса 308 до конца связи с луноходом	93	883I
Итого выдано команд	32722	I8775

Одиночные непрохождения команд до окончания ресурса можно об"яснить следующими причинами:

- неточностью целеуказаний для антенн НИПов;
- сбои в наземных устройствах при выдаче команд;
- одиночные несрабатывания контактов реле в бортовых устройствах.

Одиночные несрабатывания контактов реле оговорено в ТУ в виде нормы, допускающей вероятностное несрабатывание контакта в группе из 25 реле и равное $p = 10^{-5}$.


[redacted]

[redacted]

Матрица I

Матрица II

С168МЗ-I

С168МЗ-II

С166МЗ-I

С166МЗ-II

С115-I

С170-I

С115-II

С170-II

Рис. I.4

[redacted]

Количество Q непрошедших команд за весь ресурс равно

$$Q = \frac{Kn}{N}\left[1-(1-p)^{N}\right],$$

где: I-p= вероятность отсутствия несрабатывания одного из реле в группе.

Количество групп по 25 реле

$$N = \frac{K}{25},$$

где $(I-p)^{N}$ - вероятность отсутствия несрабатывания в N -группах

$n = 20000$

$$Q = \frac{128 \cdot 20000}{\frac{128}{25}}\left[1-(1-10^{-5})^{\frac{128}{25}}\right] = 50 \cdot 10^{4}(1-0{,}9999488) =$$

$$= 50 \cdot 10^{4} \cdot 5{,}12 \cdot 10^{-5} = 25{,}6.$$

Следовательно, за гарантируемый ресурс может быть непрохождение 25-26 команд по каждому из четырех дешифраторов из-за одиночного несрабатывания одного из реле в схеме.

Результат анализа работы командной радиолинии об"екта № 204 показал, что количество непрошедших команд по необ"яснимым причинам $\leq$ 26 и оно может быть отнесено к вероятностным несрабатываниям отдельных контактных групп в бортовых устройствах КРЛ.

При выдаче команд через I или П дешифратор дециметровой или метровой командной линии (блок-схема КРЛ, рис.I.4.) выходные устройства командных фильтров и входные устройства дешифраторов работают всегда одновременно и вырабатывают ресурс независимо от старта. Следовательно, переход в 307-м сеансе связи с I дешифратора дециметрового диапазона на П дешифратор было неоправдано, так как к этому сеансу дециметровая командная линия полностью выработала свой ресурс.

[redacted]

[redacted]

§ 2. Система МКТВ

Оперативная передача изображения лунной поверхности в процессе управления движением самоходного аппарата "Луноход-2" осуществляется с помощью адаптивной малокадровой телевизионной системы ЭА053 (МКТВ). Передаваемая информация используется не только для обеспечения движения, но и для изучения особенностей рельефа и построения топографических схем.

Для передачи телевизионного изображения по узкополосной радиолинии используется хорошо зарекомендовавший себя на "Луноходе-I" стробоскопический метод передачи телевизионного сигнала в сочетании с видиконом с регулируемой памятью. Этот метод основан на возможности поэлементной передачи телевизионного сигнала путем растяжки во времени каждого элемента изображения в необходимое число раз с соответствующим увеличением времени передачи одного кадра изображения. Подробно данный принцип рассмотрен в [I-6].

Несмотря на то, что общие принципы построения системы МКТВ не претерпели существенных изменений система ЭА053 была значительно переработана по сравнению с системой ЭА007 "Луноход-I" (изделие № 203). Усилия были направлены как на дальнейшее повышение качества изображения, так и в направлении увеличения надежности и срока службы аппаратуры.

Система ЭА053 состоит из двух курсовых телевизионных камер (прибор ЭА030-I нижний и ЭА030-II верхний), блока канала и коммутации (прибор ЭI44) и комплекта кабелей.

[redacted]

[redacted]

Прибор Э144 включает в себя блок канала синхронизации и преобразования спектра (прибор Э142-2 шт.) и блок автоматики и коммутации (прибор Э134).

Стабилизаторы напряжения (приборы Э114) в виде отдельных приборов из состава системы были выведены и включены в состав приборов ЭА030 и Э142 в качестве отдельных узлов. Это позволило более четко распределить функции между приборами и упростить схему соединения приборов между собой и приемно-сдаточную документацию. Недостатком такого функционального деления является некоторое ухудшение теплового режима прибора ЭА030 в области повышенных рабочих температур.

Основное отличие системы ЭА053 от системы ЭА007 заключается в передающей камере (прибор ЭА030), которая построена на видиконе ЛИ429 [7] диаметром 26 мм и об"ективе МИР-28Т по сравнению с прибором Э101/133, в котором был использован видикон типа "Клевер" [8] Ø 13,6 мм и об"ектив МР-4СА.

Важнейшим элементом, определяющим качество изображения в передающей телевизионной камере, является фокусирующе-отклоняющая система. Узел отклонения видикона "Клевер" собирался из катушек седлообразной формы и имел недостаточную технологичность в изготовлении [9] . Переход в приборе ЭА030 на узел отклонения статорного типа обеспечил хорошую повторяемость параметров при изготовлении ее в производстве [10] .

Эти мероприятия существенно повысили качество изображения в части глубины модуляции на мелких деталях (как в центре, так и в углах изображения), улучшили равномерность сигнала и фона при общем увеличении чувствительности телевизионной системы в 6÷8 раз. Запас по чувствительности позволил установить перед

[redacted]

[redacted]

об"ективом камеры оранжевый светофильтр типа ОС-13, что увеличило контраст изображения при работе на Луне.

Видикон с регулируемой памятью ЛИ429 и об"ектив МИР-28Т специально разрабатывались для телевизионной системы "Лунохода-2". В табл. I.5 приведено сравнение основных параметров видиконов "Клевер" и ЛИ429, а в табл. I.6 – об"ективов МР-4СА и МИР-28Т.

Таблица I.5

Наименование параметра	Единицы измерений	Тип об"ектива	
		МР-4СА	МИР-28Т
Фокусное расстояние	мм	6,76	13,5
Относительное отверстие		1:5,6	1:2
Разрешающая способность	линий/мм		
– в центре		50	60
– в углах		19	34
Коэффициент светорассеяния	%	2,5	5
Коэффициент светопропускания	%	65	70
Падение освещенности на краю поля	%	Не нормируется	50

[redacted]

[redacted]

Таблица I.6

Наименование параметра	Единицы измерения	Тип видикона	
		"Клевер"	ЛИ429
Рабочая освещенность мишени в белом	лк	I00	80
Время экспозиции	сек.	0,04	0,04
Величина сигнала после экспозиции	мка	0,05	0,I6
Разрешающая способность	тлв линий		
- в центре		400	600
- в углах		300	550
Глубина модуляции на отметке 400 тлв линий	%	Не нормируется	40
Неравномерность сигнала	%	40	30
Неравномерность фона	%	Не нормируется	50
Остаточный сигнал	мка	0,005	0,0I
Геометрические искажения	%	4	3
Рабочая площадь мишени	мм	4,5х6	9,5хI2,7
Диаметр колбы	мм	I3,7	25,3

Об"ектив МИР-28Т имеет диафрагму для регулировки относительного отверстия, поэтому привод со светофильтрами в приборе ЭI33 заменен на привод диафрагмы в оптико-механическом блоке прибора ЭА030.

С целью повышения соотношения сигнал/шум в исходном изображении предварительный видеоусилитель в передающей камере на лампе типа 6С5IН [II] был заменен на видеоусилитель с обратной

[redacted]

[redacted]

связью на лампе типа 6Ж33А, имеющий лучшие характеристики [12].

Для уменьшения помех преобразователь питания прибора ЭА030 сделан синхронным ($f_{синхр}$ = 15625 гц), что резко уменьшило уровень помех на изображении.

Учитывая опыт работы на "Луноходе-I" и с целью упрощения курсовой камеры, автоматика защиты видикона от прожигания была выведена из состава прибора ЭА030.

Прибор Э142 системы ЭА053 по своей схеме и конструкции является практически вновь разработанным прибором.

В телевизионной системе "Лунохода-2" применен новый метод укладки элементов на телевизионном растре. В отличии от "прогрессивного" метода укладки на "Луноходе-I", когда последующий элемент идет за предыдущим в один ряд в приборе Э142 "Лунохода-2" применен метод со сдвигом элементов на половину его величины [4].

Это позволило получить более плотную укладку элементов, что привело к увеличению визуальной четкости изображения и значительному уменьшению помехи дискретизации.

В приборе Э142 системы ЭА053 был введен частотный модулятор на полевом транзисторе [13] вместо прибора С219 на туннельных диодах, что в значительной степени повысило надежность системы и упростило стыковку на об"екте.

Формирование узкополосного видеосигнала в приборе Э142 "Лунохода-I" происходило с временем сброса, равным 50% от периода следования импульсов опроса. В прибор Э142 "Лунохода-2" было введено время сброса равное 0,1-0,5 мксек, не зависящее от периода следования импульсов опроса. При этом отношение

[redacted]

[redacted]

сигнал/шум в радиоканале выросло на 2,5 дб.

Для уменьшения помехи за счет переходного процесса после стирания изображения увеличено время между импульсами стирания и экспонирования на I60 мсек.

Прибор ЭI34 был также существенно доработан с целью повышения оперативности дистанционного управления системой в реальных условиях работы (например, введено раздельное управление временем кадра и качеством изображения, расширено число взаимно-отбивающих команд и т.п.);

Для управления телевизионной системой используется 24 команды, из них I0 - оперативные.

Основные параметры системы ЭА007 "Лунохода-I" и системы ЭА053 "Лунохода-2" приведены в табл. I.7.

Таблица I.7

Наименование параметра	Единицы измерений	Система	
		ЭА007	ЭА053
Минимальная рабочая освещенность об"екта в белом	лк	I5000	2500
Угол поля зрения:	град.		
- по горизонтали		48	48
- по вертикали		36	36
Глубина резкости:	м		
- минимальная		2	2
- максимальная		∞	∞

[redacted]

[redacted]

Продолжение таблицы I.7

Наименование параметра	Единицы измерений	Система ЭА007	ЭА053
Разрешающая способность:	ТЛВ линий		
- в центре		300-350	350-400
- в углах		200-250	350
Глубина модуляции в центре растра на отметке 350 линий	%	5-I0	30
Число передаваемых градаций яркости		5-6	6-7
Время экспонирования	сек.	0,04 и 0,02	0,08 и 0,04
Нелинейность изображения	%	I2-I5	I0
Время передачи одного кадра изображения:	сек.		
- I режим		3,2	3,2
- П режим		5,76	5,76
- Ш режим		I0,88	I0,88
- IУ режим		2I,I2	2I,I2
Потребляемая мощность	вт	25	36,5
Ресурс работы:	час.		
- по времени		I50	250
- по числу кадров		не нормируется	80000
Вес (без кабелей)	кг	I2	I3,6

[redacted]

[redacted]

Система ЭА053 изделия № 204 прошла комплексные испытания в КИСе завода им. Лавочкина и на технической позиции без замечаний и была допущена Главным конструктором к летно-конструкторским испытаниям.

Перед проведением летно-конструкторских испытаний проводились ходовые испытания системы в составе изделия I08А и тренировка экипажа на комплекте аппаратуры ЭА053, специально предназначенном для этих целей.

Эксплуатация системы ЭА053 в полевых условиях НИП-I0 показала, что в связи с отсутствием светозащитного контейнера и вентилятора обдува, изображение имеет невысокое качество вследствии наличия интенсивной посторонней засветки и перегрева курсовых камер под воздействием прямых солнечных лучей.

Дополнительным фактором, ухудшающим качество изображения, является отсутствие бленд на передающей камере (впоследствии светозащитные бленды на изделии I08А были установлены).

После посадки об"екта "Луна 2I" на поверхность Луны система ЭА053 в составе "Лунохода-2" начала функционировать. В течение всех лунных дней система ЭА053 обеспечивала работу экипажа по вождению лунохода и получение оперативной видеоинформации. В каждом сеансе перед началом работы производилась настройка системы. Время настройки (совместно с наземной аппаратурой) составляло 4-7 мин.

Основным режимом работы системы ЭА053 был выбран П режим (время передачи одного кадра изображения 5,76 сек). В процессе летно-конструкторских испытаний система ЭА053 работала во всех четырех режимах. П режим является практически оптимальным при

[redacted]

[redacted]

существующих потенциале радиолинии и диаграмме направленности антенны, скорости движения лунохода и тренированности экипажа.

Всего система ЭА053 проработала в составе "Лунохода-2" свыше I08 часов и передала на Землю около 69000 кадров изображения в течение пяти лунных дней. Качество изображения хорошее, синхронизация устойчивая.

С учетом работы при комплексных испытаниях на предприятии п/я А-7544 и технической позиции наработка системы составляет около I43 часов при числе переданных кадров свыше 89000 (ресурс по ТЗ 250 часов и 80000 кадров в течение трех лунных дней). На рис.I.5а-д показаны наиболее характерные кадры изображения, переданные системой ЭА053 в соответствующие лунные дни. При рассмотрении рисунка следует учитывать, что изображение на видеоконтрольных устройствах наземной аппаратуры МКТВ имеет более высокое качество, чем на прилагаемых рисунках.

Мероприятия по повышению глубины модуляции видеосигнала и контраста изображений при работе в реальных условиях лунной поверхности, осуществленные в системе ЭА053, позволили повысить глубину модуляции до 40-60% по сравнению с "Луноходом-I", где она составляла величину 20-30%.

Введение светозащитных бленд на иллюминаторы курсовых камер резко уменьшило блики от Солнца. Это способствовало общему повышению качества изображения и уменьшению зон пониженного контраста при движении по Солнцу или против него.

Работа системы ЭА053 на поверхности Луны показала, что имеется определенный запас по чувствительности. Основным поло-

[redacted]

[redacted]

Фото не секретные

Рис.I.5а

[redacted]

Фото не секретные

Рис.I.56

[redacted]

Фото не секретные

Рис.I.5в

[redacted]

Фото не секретные

Рис.I.5г

[redacted]

Фото не секретно

Рис.I.5д

[redacted]

жением относительного отверстия об"ектива было I:5,6 при возможности изменения его до I:2.

Под"ем одной из курсовых камер на высоту I400 мм существенно повысил опознаваемость препятствий (особенно кратеров) и удобства вождения "Лунохода-2", что подтверждается реальным распределением времени работы между нижней (9 час. 26 мин.) и верхней (99 час. I0 мин.) камерами.

С целью выяснения возможности вождения при времени передачи одного кадра 3,2 сек. (I режим) в I-м лунном дне проводились специальные испытания. Они показали, что работа в этом режиме возможна только на стоянках лунохода при условии тщательного наведения антенны на Землю. При движении качество изображения ухудшалось вплоть до полного его пропадания и нарушения синхронизации. Пропадание сигнала может быть об"яснено только отсутствием на "Луноходе-2" пеленгационного сопровождения антенны ОНА на Землю, а есть ручное - по командам.

При исследовании места посадки и посадочной платформы время передачи одного кадра изображения составляло 2I,I2 сек. (IУ режим), что позволило зарегистрировать высококачественное изображение. Переход на этот режим рекомендуется при необходимости получить изображение для научных целей или целей публикации.

По результатам эксплуатации "Лунохода-2" в обычных и особенно аварийных ситуациях можно сделать вывод, что фиксированное положение курсовых камер создает определенные трудности для экипажа. Кроме того, работа "Лунохода-2" в реальных услови-

[redacted]

[redacted]

ях показала, что большой об"ем видеоинформации об удаленных предметах безвозвратно теряется (из-за ограниченного времени работы или невозможности их достижения). Например, не удалось получить изображение с высоким угловым разрешением склонов борозды Прямой в 4-й лунный день.

По работе системы ЭА053 сделаны следующие замечания:

I. В некоторых сеансах на изображении при работе в I-Ш режимах имеется, не мешающая вождению, небольшая помеха в виде вертикальных полосок повышенной яркости из-за переходного процесса после экспонирования видикона (рис. I.6).

2. В некоторых случаях, в основном после длительного воздействия неподвижного изображения, в первом кадре после начала движения имеется незначительное изображение предыдущего кадра вследствие "пропечатывания" изображения на мишени видикона. В последующих кадрах это изображение полностью отсутствует.

3. Во время работы в сеансе I0.4.73 г. наблюдались отдельные сбои П полукомплекта системы. При последующей работе сбоев не наблюдалось. Вероятной причиной сбоев является заедание соленоида привода затвора в приборе ЭА030-П или нарушения в работе реле Р4 (типа РЭС-I5) в приборе ЭI34.

Анализ работы системы ЭА053 в составе "Лунохода-2" позволяет сделать следующие рекомендации для изделия № 205 с целью:

- равноценного опознавания препятствий обе курсовые камеры установить впереди блока "С" в отдельном поворотном контейнере, имеющем возможность поворота в вертикальной плоскости. Высота установки I400 - I600 мм от поверхности. В контейнере должны

[redacted]

[redacted]

Фото не секретно

Рис.I.6

[redacted]

быть предусмотрены система обдува телекамер и контроль температуры газа аналогично изделию № 204;

- оперативного определения размеров препятствий и контраста поверхности проработать возможность введения в поле зрения курсовых камер масштабных знаков;

- дальнейшего улучшения качества изображения при передаче малоконтрастных об"ектов и при пониженной температуре (в районе 0^{0}С) ввести в систему ЭА053 плавную регулировку размаха видеосигнала и подогрев мишени видикона;

- уменьшения переходного процесса после экспонирования видикона увеличить время подготовки мишени на 0,64 сек. с соответствующим увеличением времени кадра;

- уменьшения изображения предыдущего кадра при "пропечатывании" проработать возможность улучшения стирания изображения с мишени видикона;

- проверки ввести экспериментальный режим - одновременное экспонирование и поочередное считывание изображения (условное название команды "Вкл. стерео");

- тщательной проверки тепловых режимов двух камер (прибора ЭА030 I и П) и прибора ЯI98 в общем поворотном контейнере провести тепловые испытания на комплекте, специально предназначенном для этих целей, в компоновке блока "С" с имитацией лунных условий.

На основании ходовых испытаний системы ЭА053 даны следующие рекомендации для изделия I08А:

- систему ЭА053 изделия I08А доработать в об"еме доработок системы ЭА053 изделия № 205;

[redacted]

[redacted]

– с целью проверки в условиях ходовых испытаний и обеспечения необходимых эксплуатационных условий (как в части посторонней засветки, так и в части рабочих температур) установить поворотный контейнер изделия № 205 с приводом, блендами, иллюминаторами и вентилятором обдува курсовых камер;

– с целью проверки преимуществ вождения лунохода по изображению со стандартными параметрами разложения доработать один из приборов ЭА030 под стандарт;

– с целью проверки тактико-технических возможностей камеры с высоким угловым разрешением ввести в прибор ЭА030 (стандарт) оптико-механический блок с узкоугольным об"ективом типа ОКСI-IOO-СА (F= IOO мм);

– с целью проверки технических решений, принятых для изделия № 205 и получения необходимой информации для построения изделия № 206, провести ходовые испытания на НИП-IO в части проверки различных углов визирования, логики управления системой с плавной регулировкой сигнала и подогревом мишени видикона, получения стереопар с различным базисом с"емки, работы камеры с узкоугольным об"ективом, вождения лунохода по изображению со стандартными параметрами изображения, наблюдения манипулятора и т.д.

Учитывая тенденции развития телевизионных средств оперативного получения видеоинформации с самоходных аппаратов, управляемых с Земли, технические предложения в части построения телевизионной системы изделия № 206 могут быть, по нашему мнению, изложены в следующем виде. Малокадровая телевизионная система

[redacted]

изделия № 206 предназначается для решения следующих основных задач по оперативному получению на Земле:

- моно- и стереоскопического изображения лунной поверхности для управления движением лунохода вперед;

- моно- и стереоскопического изображения для управления работой манипулятора;

- высококачественного изображения близлежащих и удаленных об"ектов с высоким (около I') угловым разрешением, получаемого на остановках лунохода;

- моноскопического изображения лунной поверхности для управления движением лунохода назад;

- моно- и стереоскопического изображения об"ектов, находящихся на поверхности Луны (например, посадочной платформы).

Состав системы:

- передние курсовые камеры, работающие как в моно-, так и в стереоскопическом режимах - 2 шт.;

- передняя камера с высоким угловым разрешением (имеющая дежурный режим) - I шт.;

- задняя курсовая камера, работающая в моноскопическом режиме - I шт.;

- блок канала и коммутации - I шт.

Передние курсовые камеры и камера с высоким угловым разрешением располагаются в отдельном поворотном контейнере, имеющем возможность поворота в вертикальной плоскости от +I5 до -90° (поворот в горизонтальной плоскости должен быть проработан).

Задняя курсовая камера располагается в отдельном неподвижном контейнере.

[redacted]

[redacted]

Высота установки контейнеров - не менее 2000 мм.

В контейнерах должны быть предусмотрены обдув телекамер и контроль температуры газа аналогично изделиям 204 и 205.

Основные параметры системы (данные предварительные) приведены в табл. I.8.

Таблица I.8

Наименование параметра	Единица измерения	Камера	
		курсовая	с высоким углом разрешения
I	2	3	4
Минимальная рабочая освещенность об"екта в белом	лк	2500	500
Угол поля зрения	градус		
- по строке		48(60)ж	7
- по кадру		36(50)ж	5,5
Глубина резкости	м		0,8÷∞ж
- при движении		2÷∞	(с перестройкой)
- при работе с манипулятором		0,8÷2	
Разрешающая способность	ТЛВ линий		
- в центре		350÷400	350÷400
- в углах		350	350
Разрешающая способность в экспериментальном режиме повышенной четкости	ТЛВ линий		
- в центре		500ж	550ж
- в углах		400ж	450ж

[redacted]

[redacted]

Продолжение таблицы I.8

I	2	3	4
Глубина модуляции в центре растра на отметке 350 линий	%	30	60[ж]
Число передаваемых градаций яркости		6÷7	7–8
Время экспонирования	сек.	0,08 и 0,04	Непрерывное
Нелинейность изображения	%	I0	I0
Время передачи одного моноскопического кадра изображения	сек.		
– I режим		3,84	
– П режим		6,4	
– Ш режим		II,52	
– IУ режим		2I,76	
Время передачи одного стереоскопического кадра изображения	сек.		
– I режим (экспериментальный)		3,84*	
– П режим		6,4	
– Ш режим		II,52	
– IУ режим		2I,76	
Потребляемая мощность (системой)	вт		
– моно		40	40
– стерео		60	–

[redacted]

[redacted]

Продолжение таблицы I.8

I	2	3	4
Ресурс работы	час		
- моно		250	I00
- стерео		I00	-
Вес (камер)	кг	3,5	4
Вес (системы)	кг	23	
(в том числе блок канала и преобразования спектра)		8,5	

Примечание. Параметры, отмеченные знаком * прорабатываются.

Условия эксплуатации системы МКТВ изделия № 206, аналогичные изделиям № 204 и № 205.

Предлагаемая система МКТВ изделия 206 позволяет существенно повысить качество изображения, оперативность управления и тактико-технические возможности лунохода за счет введения стереоскопического режима и камеры с высоким угловым разрешением.

§ 3. Система ФТ

Основные задачи, стоящие перед телевизионной системой ФТ на "Луноходе-2", были такими же что и на "Луноходе-I", состав системы ФТ остался без изменений. Бортовая система ФТ состоит: из четырех панорамных камер Я198 и многофункционального телевизионного прибора С218. Параметры и характеристики бортовых приборов остались без изменений.

После осуществления посадки космического аппарата "Луна-21" были включены бортовые телевизионные камеры Я198-I и Я198-Ш. По

[redacted]

[redacted]

полученным панорамам был осуществлен осмотр положения трапов посадочной ступени и поверхность Луны в районе возможного схода аппарата.

Перед сходом лунохода на поверхность были включены две панорамные бортовые камеры ЯI98-П и ЯI98-IV/В результате чего были получены две панорамы, с помощью которых производился осмотр поверхности Луны около посадочной ступени.

Передача изображения производилась по радиолинии на двух поднесущих частотах - I30 и I90 кгц. Методом частотной модуляции в большинстве сеансов связи передача изображения производилась одновременно двумя камерами или одной камерой, при этом второй канал использовался для передачи научной информации с прибора "Рифма".

С помощью системы ФТ в процессе всей работы "Луноход-2" на поверхности Луны производился осмотр местности, по которой должен был проходить маршрут движения. Все панорамы приняты с высоким качеством. За время работы лунохода было передано 93 панорамы. Об"ем фотоинформации, передаваемый "Луноходом-2" по сравнению с "Луноходом-I" несколько увеличился. Так, за один лунный день, в среднем, с "Лунохода-I" передано до 20 панорам, а с "Лунохода-2" - 23 панорамы.

Распределение панорам по лунным дням приведено в табл.I.9.

Все поставленные задачи программой работ аппаратура ФТ полностью выполнила. Время наработки бортовой системой ФТ приведено в табл. I.I0.

[redacted]

Таблица I.9

Количество панорам

Лунные дни	I	2	3	4	5	Итого
Дата лунного дня	I6/I-2I/I	9/П-2I/П	II/Ш-2I/Ш	9/IУ-20/IУ	I0/У	
Количество панорам	I4	28	I6	I0	2	70
Количество астропанорам	5	4	3	-	I	I3
Количество технологических панорам	3	3	3	-	I	I0
Общее количество	22	35	22	I0	4	93
Из них стереопанорам	6	6	5	I	-	I8

[redacted]

[redacted]

Таблица I.IO

Время наработки, мин.

Лунные дни / Приборы	При полете	I	2	3	4	5	Итого в мин.
I98-I	-	75	50	42	-	24	I9I
I98-П	-	I52	448	334	I77	40	75I
I98-Ш	-	53	8I	22	-	-	I56
I98-IУ	-	I28	378	I42	59	4	7II
"Рифма"	73	20I	370	263	227	-	II34
Система ФТ	73	38I	832	609	406	40	334I

[redacted]

[redacted]

[redacted]

С борта "Лунохода-2" было передано I8 стереопанорам. Часть этих панорам было обработано в НИКФИ. Рассмотрение стереоскопических панорам показало, что с их помощью можно достаточно легко оценивать рельеф поверхности Луны с точки зрения безопасности движения, но не все стереопанорамы могут быть использованы для этой цели, из-за того что база стереоизображения постоянно менялась.

Через фототелевизионный канал передавался большой об"ем научной информации с системы "Рифма". Общее время передачи составляет $18^h\ 54^m$. В это число вошло время работы в тарировочных сеансах связи при подлете об"екта к Луне.

В процессе работы с "Луноходом-2" имели место следующие замечания.

I. Наблюдалось повышение температуры на всех камерах Я198 выше норм, оговоренных в ТЗ, причем средняя температура камер постепенно с каждым сеансом увеличивалась из-за повышения температуры об"екта в целом, а также подогрева прямыми солнечными лучами, что особо заметно на камере с ОВМ.

Указанные явления привели в камере Я198-Ш и Я198-IУ к сбоям синхронизации на скорости 4 стр/сек и частично на скорости I стр/сек, что является следствием необратимых явлений в капроновых подшипниках, увеличивающих момент нагрузки в механических узлах строчной развертки.

На рис. I.7 показан рост температуры по лунным дням в зависимости от сеансов связи.

[redacted]

[redacted]

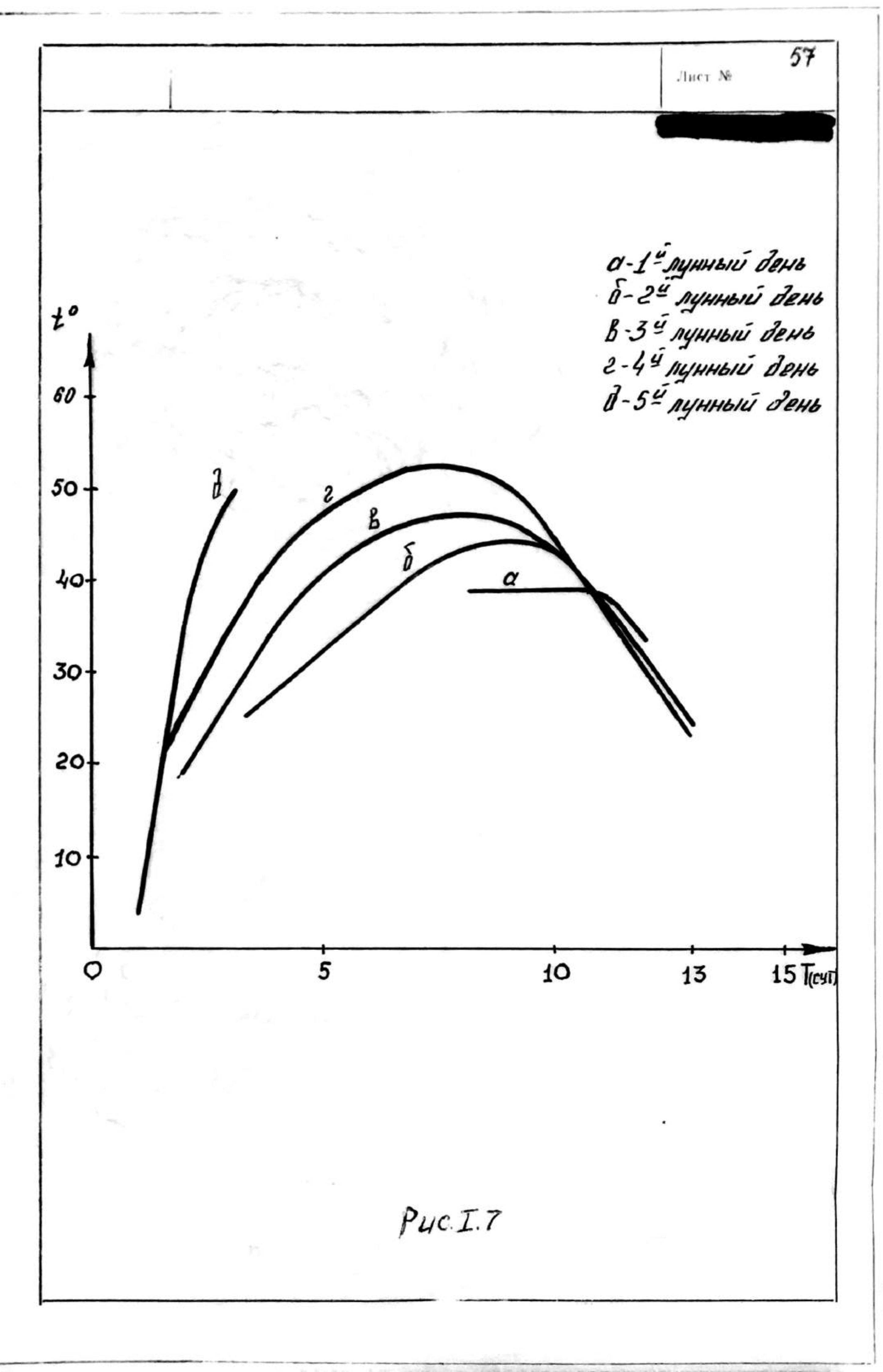


Рис. I.7

[redacted]

Исходя из проведенных испытаний и анализа работы на "Луноходе-2", необходимо к изделию № 205:

- устранить локальные перегревы в приборе Я198;

- поставить на корпусах всех приборов температурные датчики. Установить защитные козырьки от прямого попадания Солнца на прибор;

- снять с флянца Я198-Ш прибор ОВМ;

- уменьшить угол наклона камер Я198-П и Я198-IУ до 5°;

- применить в системе ФТ дублированный прибор СА056 вместо прибора С218;

- проработать новую конструкцию подшипников в узле развертки и проверить ее работоспособность при температурах, обеспечивающих запас ≈10°С относительно норм, оговоренных в ТЗ;

- проводить приемо-сдаточные испытания комплекса ФТ на заводе-изготовителе в более жестких климатических условиях;

- разместить приборы Я198 таким образом, чтобы получать стереоизображения без перемещения самоходного аппарата;

- предусмотреть проверку об"екта на герметичность в среде без гелия.

[redacted]

[redacted]

2. На всех камерах при работе в режиме "Реверс" наблюдался дополнительный локальный нагрев из-за нагрева реле в автоматике прибора, что привело к невозможности в некоторых случаях использовать режим "Реверс". Это явление затрудняло работу в сеансах связи (рис.I.8).

3. Камера Я198-I, начиная с сеанса связи 107 имела низкую чувствительность, в некоторых сеансах связи на короткое время чувствительность восстанавливалась.

Анализ замечания показал, что наиболее вероятными причинами такого отказа могут быть:

- отказ реле РЭС 49 (Р6) типа временного замыкания нормально замкнутых и нормально разомкнутых контактов одновременно;

- возможной причиной самопроизвольного изменения чувствительности прибора может быть изменение усиления в цепи обратной связи питания ФЭУ за счет самовосстанавливающихся отказов элементов схемы.

Во время проведения сеансов связи в третьем и четвертом лунном дне температура в приборах Я198 (в выключенном состоянии) поднималась до 45-60°С - при норме по ТЗ 50°С.

На рис. I.9 показан рост температуры в одном из сеансов связи. Аналогичное возрастание температуры наблюдалось во всех других сеансах.

После получения первых результатов работы системы ФТ на "Луноходе-2" были проведены дополнительные испытания на заводе-изготовителе группы камер Я198 при повышенной температуре. Отчет по этой работе помещен в приложении.

[redacted]

[redacted]

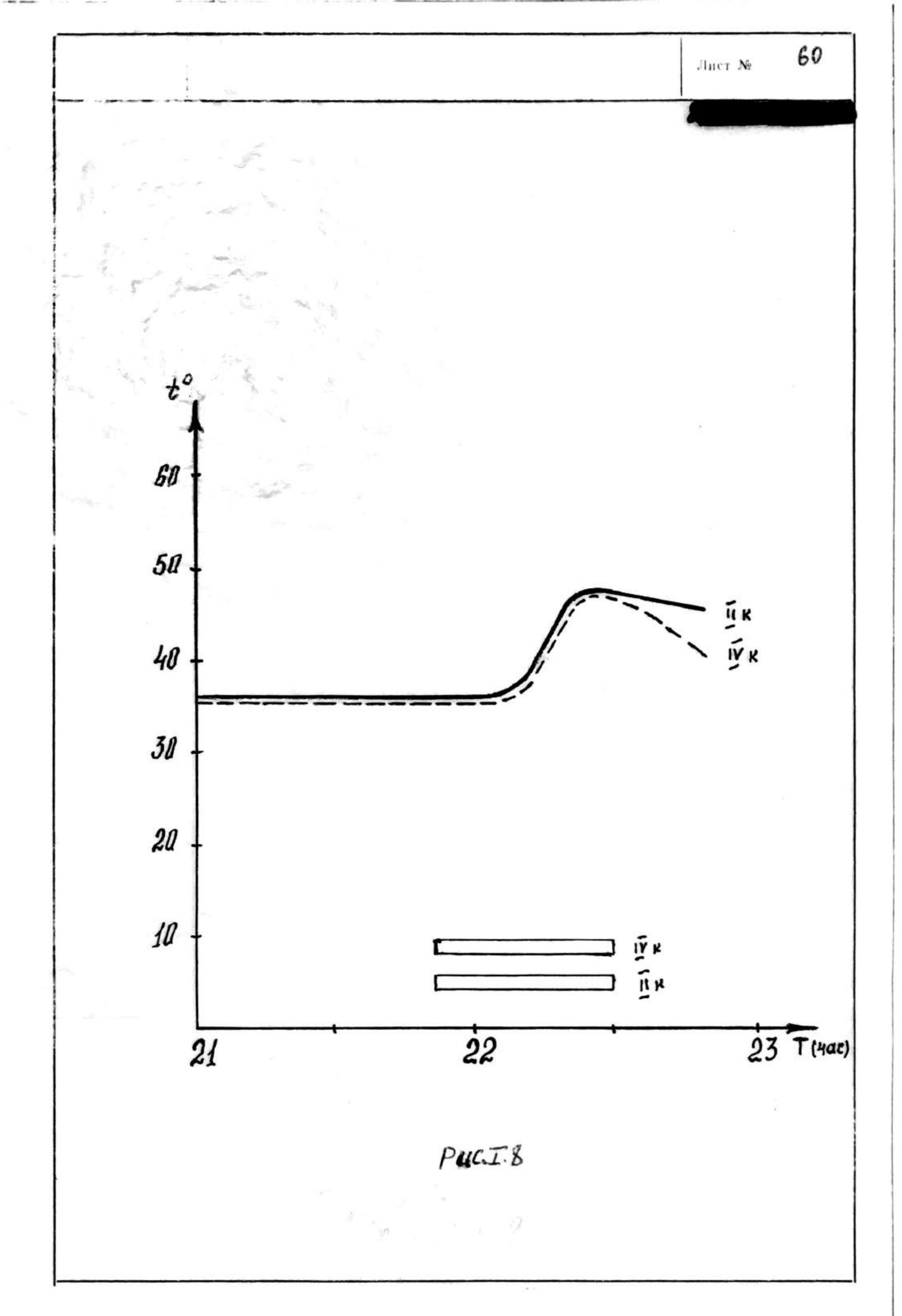


Рис. I.8

[redacted]

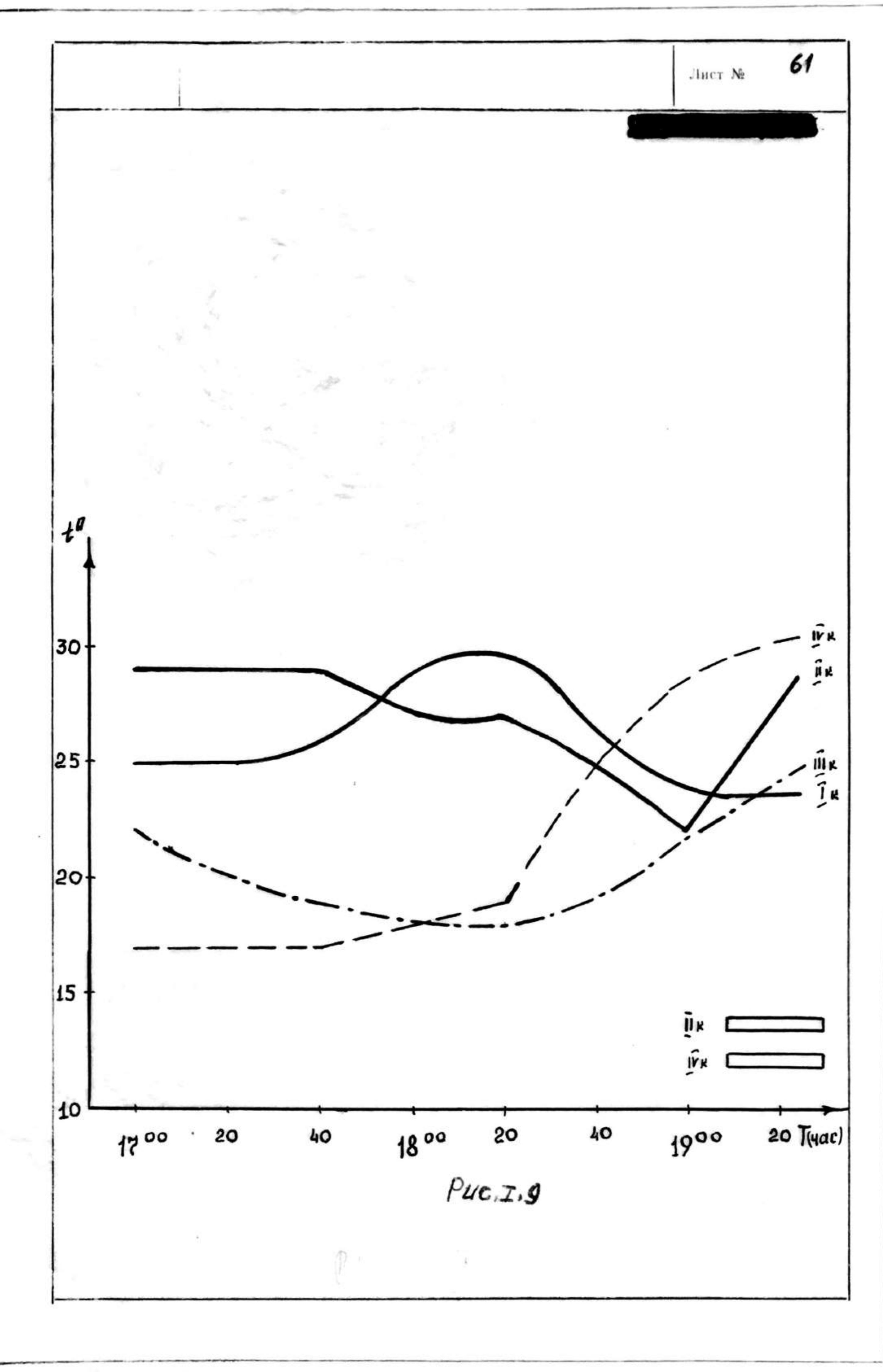


Рис.I.9

[redacted]

§ 4. Прибор ФА010

Прибор ФА010 является бортовым фотоприемником, входящим в состав квантово-оптической пеленгационной системы, предназначенной для измерения селенографических координат лунохода.

Фотоприемник предназначен для приема импульсных световых сигналов наземного лазерного пеленгатора. Блок-схема его приведена на рис.I.10 . В режиме максимальной чувствительности прибор ФА010 принимает сигналы мощностью 8.10^{-7} вт.

При регистрации излучения наземного пеленгатора приемник выдает в систему ДРС импульс напряжения $И = 27^{+5}_{-4}$в длительностью около 150 мсек, который передается на Землю системой ДРС в режиме квитирования МФК и на телеметрию замыкает сухие контакты реле на то же время.

Для компенсации изменений фоновой засветки чувствительность приемника может ступенчато изменяться по командам с Земли. В режиме грубой чувствительности прибор может регистрировать сигналы мощностью не менее 5.10^{-6} вт.

Фотоприемник состоит из оптической антенны с интерференционным светофильтром и блендой, фотоэлектронного умножителя ФЭУ-69А, видеоусилителя с изменяемым коэффициентом усиления, коммутирующего каскада, осуществляющего ступенчатое изменение коэффициента усиления, регистрирующего каскада, состоящего из ждущего мультивибратора и электромагнитного реле РЭС-47, имитатора светового излучения для контроля функционирования фотоприемника и блока питания.

[redacted]

[redacted]

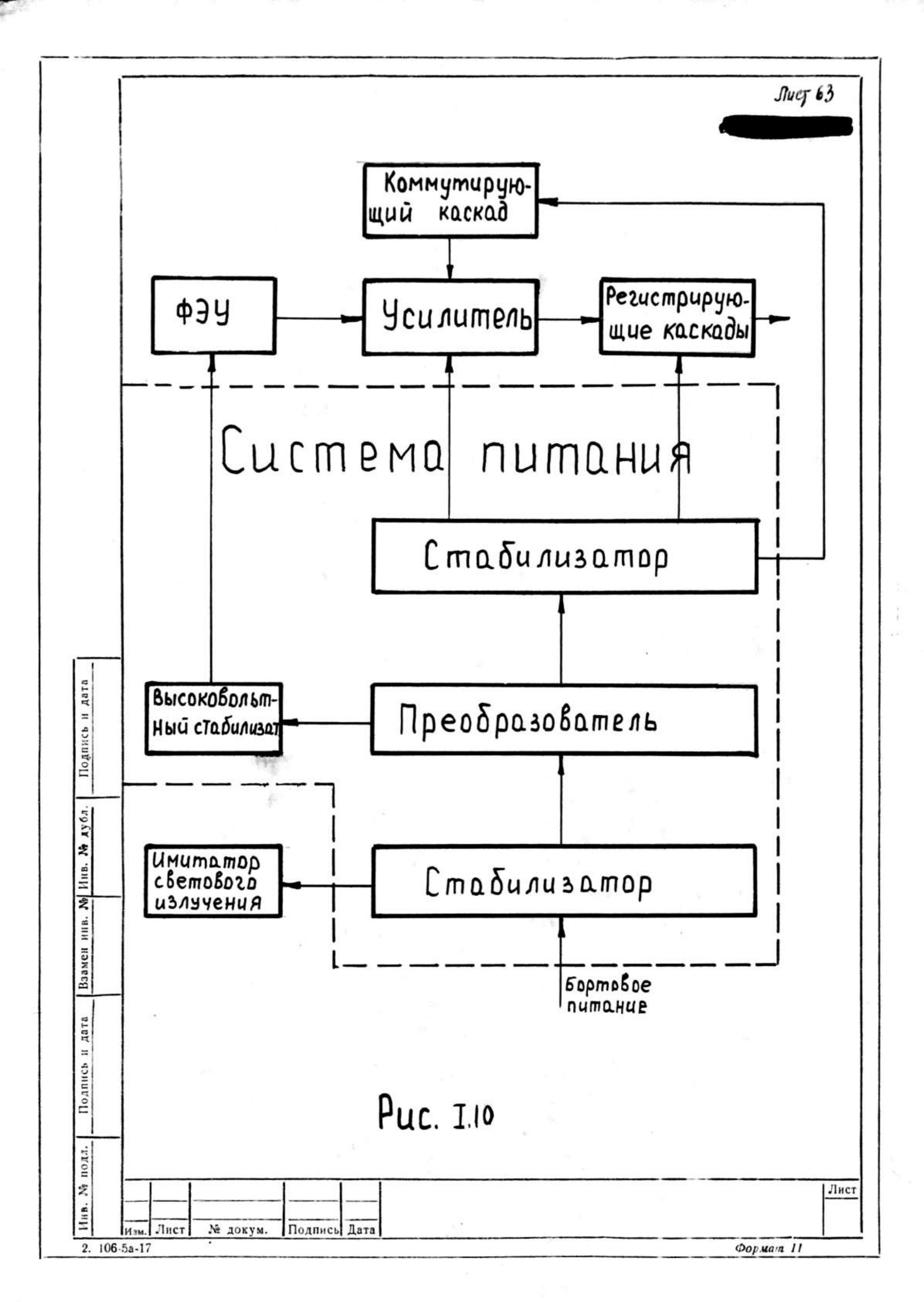


Рис. I.10

[redacted]

Бленда и оптическая система фотоприемника ФА010 формируют приемную диаграмму направленности, равную I4°. Для обеспечения работоспособности ФА010 в условиях внешних засветок применен красный светофильтр КС-I8, находящийся между объективом и ФЭУ-69А, и интерференционный светофильтр с полосой пропускания 60А°. Импульсный световой сигнал наземного лазерного пеленгатора, прошедший оптическую часть прибора, поступает на фотокатод ФЭУ-69А, где преобразуется в электрический импульс.

С выхода ФЭУ продетектированный импульс поступает на вход трехкаскадного видеоусилителя с изменяемым коэффициентом усиления. Полоса пропускания видеоусилителя $\Delta f \geq$ I8 Мгц (по уровню 0,7).

Изменение коэффициента усиления видеоусилителя в пределах от I50 до 500 осуществляется путем изменения напряжения питания его второго каскада. Напряжение питания видеоусилителя изменяется ступенчато путем поочередного замыкания резисторов, стоящих в цепи питания второго каскада, с помощью усилителя коммутирующего каскада, состоящего из трех электромагнитных реле типа РПС-32. Ступенчатое изменение чувствительности приемника осуществляется по командам с Земли, передаваемым по ДРС. Число команд, управляющих чувствительностью, равно 8.

Усиленный видеоимпульс с выхода эмиттерного повторителя поступает на ждущий мультивибратор с пороговым запуском для отсечки шумов, равным примерно 0,3 в. При превышении сигнала или шумового выброса порога срабатывает мультивибратор и выдает импульс на ключевой триод для переключения реле РЭС-47.

[redacted]

[redacted]

Длительность квитанции при регулировке устанавливается ≈150 мсек путем подбора параметров интегрирующей цепи. Проинтегрированный импульс поступает на транзисторный ключ, нагрузкой которого служат реле РЭС-47, с контактов которого выдается напряжение борт-сети на систему ДРС.

Имитатор светового излучения предназначен для проверки оптико-электронного тракта прибора ФА010. Он состоит из двух светодиодов типа АЛ-102А, укрепленных у торца ФЭУ-69А. На ФЭУ поступает отраженный от поверхности светофильтра КС-18 сигнал светодиодов. Светодиоды включаются по команде с Земли, каждый по своему каналу. Они установлены на разном расстоянии от фотокатода ФЭУ, поэтому величина чувствительности фотоприемника к их излучению различная.

Блок питания приемника вырабатывает напряжение, необходимое для работы электронной части прибора.

В прибор встроен телеметрический датчик температуры, что позволяло следить за температурой внутри прибора на "Луноходе-2" и выключать его при температурах, выходящих за пределы $\pm 50^{\circ}$С.

Конструктивно прибор ФА010 выполнен в виде герметичного цилиндрической формы блока, имеющего крепежную площадку, через которую осуществляется тепловой контакт с корпусом "Лунохода-2". Кожух изготовлен из магниевого сплава. Вес фотоприемника 1850 г. Потребление источника питания при напряжении 27 в около 5 вт.

[redacted]

[redacted]

Всего за время существования "Лунохода-2" проведено I4 сеансов общей длительностью I3 час.I5 мин. За этот период для управления прибором было выдано 222 команды. Все команды исполнены.

В сеансе связи 407 была зарегистрирована максимальная температура 63,2°С внутри прибора ФАОIО.

В табл.I.II приведены даты работы, номера сеансов, количество выданных команд, продолжительность сеансов и температура в приборе ФАОIО.

Проводилась проверка работоспособности прибора до и после лунной ночи с помощью встроенных светодиодов. Было установлено, что в течение всего периода существования объекта прибор работал нормально.

Прибор устойчиво функционировал при температурах от +3 до +62°С (при предельной температуре по ТУ +50°С). В сеансе 402 при температурах прибора от +3,2 до +4°С прибор работал в I и II порогах.

При наведении на Землю, отраженный свет от нее попадал в различные части поля зрения прибора ФАОIО, в том числе и на его край. Заметных изменений чувствительности прибора при этом не наблюдалось.

В сеансе 209 был проведен эксперимент по определению предельного значения угла Солнце-объект-Земля, при котором обеспечивается работоспособность прибора. Установлено, что при угле СОЗ=28° прибор может работать, начиная с 6-го порога чувствительности, а при угле СОЗ=32° - с I-го порога.

[redacted]

Таблица I.II

Дата	№ сеанса	Количество команд	Длительность сеанса	Температура	Назначение сеанса
I	2	3	4	5	6
I8.0I	I04	5	5 мин.	от +42,5 до +50	Проверка работоспособности прибора от встроенного светодиода
I9.0I	I05	28	I5 мин.	от +I7,6 до +38	
9.02	202	22	2 час. I5 мин.	от +8,I до +II,2	То же плюс сеанс вхождения в связь с ЛП-I
I2.02	206	32	2 час.	от +27 до +60	Сеанс вхождения в связь с ЛП-2
I3.02	207	6	I час. I5 мин.	от +32 до +56	Отработка методики измерений с ЛП-2
I4.02	208	I4	I час. 52мин.	от +27 до +47	Измерения координат с ЛП-2
I5.02	209	25	25 мин.	от +40 до +50	Испытания прибора при малых углах СОЗ
I6.02	2I0	8	5 мин.	от +4I до +45	Проверка прибора после граничных испытаний

[redacted]

[redacted]

Продолжение таблицы I.II

I	2	3	4	5	6
II.03.	303	I8	I0 мин.	от +4,6 до +I7	Проверка работоспособности прибора от встроенных светодиодов
I3.03	305	8	I2 мин.	от +22 до +45	Вхождение в связь с ЛП-2 плюс эксперимент по передаче информации
I4.03	306	5	I час.8 мин.	от+35 до +55	Измерение координат с ЛП-2 плюс эксперимент по передаче информации
I5.03	307	I0	I час.I0 мин.	от+34 до +62	Измерение координат с ЛП-2
9.04	402	I7	I час.03 мин.	от +3 до +4	Измерение координат с ЛП-2
I3.04	406	24	I час.25 мин.	от +47 до +62	Измерение координат с ЛП-2 плюс эксперимент по определению влияния атмосферы на лазерное излучение
Итого:	I4	222	I3 час.I5 мин.	от +3 до +62	

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Эти эксперименты подтвердили верность расчетов оптической схемы прибора ФАОIО.

В сеансе 206 был проведен эксперимент по определению запаса по энергетическому потенциалу лазерной линии Земля-борт. ЛП-2 широкой диаграммой ($\sim 10''$) вошел в связь с объектом, после чего приемник последовательно переключался с первого до восьмого порогов чувствительности. Установлено, что прибор уверенно регистрирует лазерные сигналы в I,2,3,4,5 и 6-м порогах чувствительности, что соответствует запасу по мощности в I3 раз.

Редкие ложные тревоги от фона Земли прибор ФАОIО регистрирует только в I-м пороге чувствительности. Проверка аналогичного прибора ФАОIО на стенде предприятия позволила установить, что реальный фон меньше фона, на который прибор настраивался на стенде, примерно в I0 раз, что привело к выигрышу в отношении сигнал/шум около 3 раз.

Учитывая, что порог в приборе ФАОIО устанавливался равным 6σ , реальное отношение сигнал/шум в эксперименте было около 80.

По результатам работы прибора в I4 сеансах замечаний нет. Прибор отработал гарантийный срок (с января по апрель 1973 года). За время работы прибора был выявлен ряд недостатков: прибор не чувствителен к сигналу в 7 и 8-м режимах даже при температуре +50°C внутри прибора; прибор реагировал на фоновое излучение в первом пороге при температуре +50°C.

Проверкой по прибору с близкими параметрами в наземных условиях было установлено, что прибор ФАОIО рассчитан для работы

[redacted]

[redacted]

с большим фоном, чем реально существующий в условиях работы с "Луноходом-2".

Работа с прибором ФА010 осуществлялась только в лунные дни, когда температура внутри прибора изменялась от 0 до +60°С. Диапазон от -50 до 0°С фактически не использовался.

Рекомендации к изделию № 205.

В силу того, что работа прибора на изделии № 205 будет аналогичной, следует перенастроить образцы ФА010, устанавливаемые на изделии № 205, таким образом, чтобы прибор реагировал на сигнал в 7 и 8-м порогах. Возможно также повышение чувствительности путем сужения диапазона рабочих температур от 0 до +50°С и уменьшения величины фоновой засветки при приемо-сдаточных испытаниях.

Выводы

1. Система ДРС, установленная на объекте № 204, полностью обеспечила следующие задачи:

- управление системами объекта и контроль за орбитой полета при выведении объекта типа Е8 к Луне;
- посадку в заданном районе на поверхность Луны;
- управление движением лунной автоматической станцией "Луноход-2";
- телеметрический контроль за работой систем объекта;
- штурманские счисления курса с помощью телевизионных средств объекта.

[redacted]

[redacted]

2. Аппаратура ДРС полностью подтвердила заложенные принципы, соответствует предъявленным техническим требованиям и позволяет оперативно управлять системами объекта на всех этапах летно-конструкторских испытаний (ЛКИ).

3. Отмеченные непрохождения функциональных команд в сеансах 307 и последующих являются следствием полной выработки ресурса командной радиолинии (КРЛ) дециметрового диапазона.

4. Единичные непрохождения функциональных команд по вине системы ДРС могут быть отнесены за счет вероятности одиночных несрабатываний контактных групп реле в системе КРЛ. На гарантируемый ресурс допускается непрохождение 26 команд по каждому из четырех командных каналов (два дециметрового и два метрового диапазонов).

5. Положительные результаты работы аппаратуры системы ДРС и выполнение всех возложенных функций позволяют сделать вывод, что система ДРС может быть использована как базовая при разработке аппаратуры аналогичного класса.

6. Работа системы ЭА053 с изменяемым временем передачи одного кадра изображения показала, что по своим качественным показателям и конструктивным характеристикам телевизионная система "Лунохода-2" удовлетворяет современным требованиям к бортовой аппаратуре.

7. Система ЭА053 со стробоскопическим преобразованием спектра не только успешно решает задачи вождения самоходных лунных станций и оперативного управления объектом в процессе движения, но и позволяет получать значительный объем научной информации по трассе движения.

[redacted]

[redacted]

8. Система обладает определенной гибкостью параметров за счет выбора времени передачи кадра, светотехнических характеристик и обеспечивает практически полную совместимость с вещательным стандартом.

9. Система ФТ на "Луноходе-2" обеспечила передачу 93 панорам, и несмотря на некоторые замечания в работе приборов ЯI98, полностью выполнила, стоящие перед ней задачи.

I0. Прибор ФАОIO выполнен в соответствии с техническими требованиями:

- прибор устойчиво функционировал при всех температурах в течение лунного дня, в том числе при температуре выше 50°С;

- работа с прибором показала правильность построения оптической схемы, поле зрения соответствует расчетному значению, бленда обеспечивает отсутствие фоновых засветок;

- прибор имеет запас по потенциалу.

II. Анализ работы прибора ФАОIO позволяет сделать вывод, что прибор полностью выполнил возложенные на него задачи: прием сигнала наземного лазерного пеленгатора, предназначенного для измерения селенографических координат лунохода.

I2. Положительные результаты работы прибора ФАОIO позволяют сделать вывод о возможности его использования в качестве средства определения местоположения объекта на поверхности Луны.

I3. Прибор ФАОIO, установленный на "Луноходе-2", функционировал нормально, замечаний нет.

[redacted]

[redacted]

Глава II

НАЗЕМНЫЙ КОМАНДНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС (НКИК)

Успешному выполнению задачи дальнейшего освоения Луны с помощью автоматических станций "Луна-21" и "Луноход-2" (об"ект Е8 № 204) способствовала четкая работа НКИК, обеспечивающего уверенную радиосвязь на всех этапах полета об"екта к Луне и движения на поверхности Луны. На участке перелета к работе с об"ектом были привлечены пункты НИП-1,3,6,10,14,15,16. Основным пунктом, с которого производилось управление об"ектом и работой НКИК, был НИП-10. НИП-15 являлся дублирующим пунктом по управлению на перелете к Луне и по приему телеметрической информации о состоянии на поверхности Луны. Другие НИПы использовались для проведения траекторных измерений. В настоящем отчете представлены краткие характеристики работы НКИК, но поскольку НИП-10 был основным, то в отчете наиболее подробно рассмотрена работа этого НИПа.

§ 1. Задачи НКИК и привлекаемые средства

Наземный командно-измерительный комплекс в работе с об"ектом Е8 решал следующие задачи:

- обеспечение радиосвязи с об"ектом;
- выдача команд по командной радиолинии (КРЛ) для управления об"ектом;
- прием телеметрической (ТМ) информации;

[redacted]

[redacted]

- проведение траекторных измерений (дальность, радиальная скорость, разность радиальных скоростей);

- прием малокадрового телевизионного изображения (МКТВ);

- прием фототелевизионного панорамного изображения (ФТ) поверхности Луны;

- обеспечение управления движением "Лунохода-2" с помощью пункта управления луноходом (ПУЛ).

Одновременно производилась дальнейшая отработка линий связи Земля-борт, борт-Земля и оценка точности внешнетраекторных измерений системы ДРК в условиях быстропеременного движения об"екта.

Для выполнения указанных задач привлекались научно-измерительные пункты (НИПы), функции которых приведены в табл. П.I.

Таблица П.I

Пункт	ДД	Д	КРЛ	ТМ	ФТ	МКТВ	Примечание
НИП-I	-	-	-	+	-	-	на СП
НИП-3	до 200 тыс. км.	ВИП	-	-	-	-	
НИП-6	до 200 тыс. км.	ВИП	+	+	-	-	
НИП-I0	+	ГИП	+	+	+	+	управление об"ектом
НИП-I4	+	ВИП	-	-	-	-	
НИП-I5	+	ГИП	+	+	-	-	

[redacted]

[redacted]

ГИП - главный измерительный пункт,

ВИП - вспомогательный измерительный пункт.

На НИП-10 располагался центр управления об"ектом и базировалась Главная оперативная группа управления (ГОГУ).

Радиокомплекс НИП-10 являлся основным по приему и обработке всей информации.

Во время капитального ремонта приемной антенны ТНА-400 на НИП-10 (с апреля 1973 г.) НИП-16 дублировал высокочастотную часть приемного тракта. Прием сигнала осуществлялся на антенну АДУ-1000 ($К_2$) или КТНА-200 ($К_4$) и выделенные системой 4Л сигналы информативных поднесущих частот передавались по радиорелейным линиям связи Р-600 на НИП-10 для дальнейшей демодуляции и регистрации.

Задачи НКИК и функции НИПов при работе с об"ектом Е8 подробно описаны в отчете по об"екту Е8 № 203 (инв.№ 031004).

§ 2. Средства НИП-10

Для обеспечения работы с об"ектом Е8 № 204 во время перелета Земля-Луна на орбите ИСЛ и на поверхности Луны применялся наземный радиотехнический комплекс дециметрового диапазона волн "Сатурн-МСД" НИП-10 (рис. П.1). Особенностью комплекса "Сатурн-МСД" НИП-10 является то, что в его состав входят пункт управления луноходом (ПУЛ), с помощью которого производилось управление движением "Лунохода-2", а также система малокадрового телевидения (МКТВ) и система фототелевизионного приема панорамного изображения поверхности Луны. Кроме того, на НИП-10

[redacted]

[redacted]

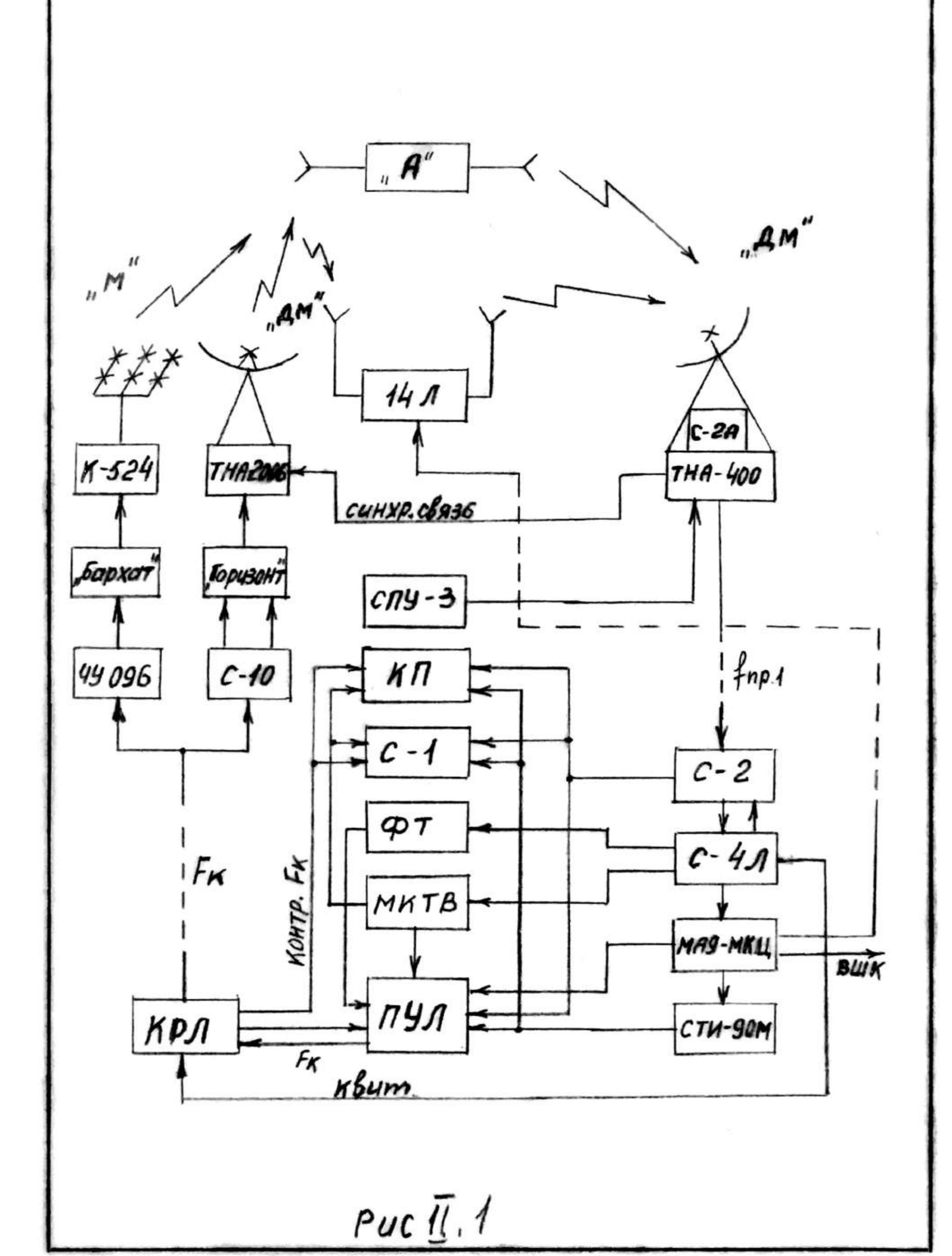


Рис II.1

[redacted]

имеется аппаратура отображения командного пункта (КП) по управлению об"ектом и работой НКИК.

Особенностью в отличие средств НИП-I0 от использовавшихся при работе с об"ектом Е8 № 203 была замена модулятора, передатчика и антенны метрового диапазона (М). Вместо ранее использовавшихся макетных и израсходовавших полностью свой ресурс передатчика "Бирюза" и антенны К-52I использовались новый передатчик типа "Бархат" и новая система типа К-524. Модулятор 2IСI54 был заменен на ЧУ-096 в результате замены типа передатчика.

Комплексом "Сатурн-МСД" решаются следующие задачи:

- выдача с Земли команд управления об"ектом Е8 на перелете к Луне, на орбите ИСЛ и на поверхности Луны;

- прием телеметрической информации, обработка и регистрация ее в виде, удобном для оперативного и полного анализа состояния об"екта, а также научных измерений;

- прием малокадрового телевизионного изображения (МКТВ);

- прием фототелевизионного изображения поверхности Луны.

При подготовке к работе комплекса "Сатурн-МСД" была проверена командная радиолиния (КРЛ) по имитатору бортовой аппаратуры (система I4Л), измерены основные параметры систем и пороговые соотношения мощности сигнала к мощности шума при приеме различных видов информации. Все проверенные параметры удовлетворены нормам в соответствии с инструкциями по эксплуатации на эти системы.

За пять месяцев работы с об"ектом Е8 № 204 с января по май I973 г. проведено большое количество сеансов радиосвязи, вы-

[redacted]

[redacted]

полнены полностью задачи по управлению об"ектом Е8 № 204 на перелете, орбите ИСЛ, на поверхности Луны. Получен большой об"ем телеметрической информации, автоматизированная и ручная обработка которой позволила оперативно оценивать состояние бортовых устройств и правильность выполняемых операций.

Выдано большое количество функциональных и числовых команд при высокой надежности их прохождения.

§ 3. Антенны и передающие устройства

Назначение и параметры антенн НИП-I0 приведены в табл. П.2.

Таблица П.2

Антенна	Количество	Назначение	Диапазон	ШДН, град.	Эффективная площадь, $м^2$
ТНА-400	I	Приемная	ДМ,М	44,4	300
ТНА-200Б	I	Передающая	ДМ	I	I80
К-524	I	Передающая	М	I2	I00

Комплексом наземных антенн НИП-I0 решены все задачи по обеспечению связи с об"ектом Е8 № 204. По системе программного наведения антенн (СПУ-3) и синхронной связи между ТНА-400 и ТНА-200Б за весь период работы замечаний не было.

В связи с тем, что с апреля I973 г. начался капитальный ремонт ТНА-400 в соответствии с планом подготовки и обеспече-

[redacted]

[redacted]

ния работ по об"ектам М-73, оперативно-техническим руководством было принято решение об использовании приемной антенны АДУ-1000 ($К_2$) или КТНА-200 ($К_4$), а также высокочастотной части приемного тракта НИП-16 с последующей передачей информативных поднесущих частот сигнала на НИП-10 по радиорелейным линиям связи Р-600.

Передающее устройство дециметрового диапазона "Горизонт" в процессе подготовки к работе было проверено во всех режимах передачи команд и использовалось в работе с об"ектом Е8 № 204 при выходных мощностях излучения 1; 5; 10; 16 и 20 квт. Замечаний к работе передатчика "Горизонт" не было.

Передающее устройство метрового диапазона "Бархат" с антенной К-524 испытано перед работой и в работе показало надежное излучение и передачу команд на об"ект при мощностях до 20 квт.

§ 4. Приемные устройства

Приемные устройства НИП-10 (см. рис. П.1) состоят из антенны ТНА-400; входных параметрических устройств (система 2а); усилительных устройств с контролем отношения мощности сигнала к мощности шума $P_c/P_ш$ (система 2); устройств следящего фильтра ФАП; когерентного детектирования и первичной обработки сигнала (система 4Л).

Все режимы передачи информации и пороговые энергетические потенциалы соответствовали нормам, указанным в инструкции по

[redacted]

[redacted]

эксплуатации на комплекс аппаратуры НИП-10. Пороговые потенциалы приведены в табл. П.3.

Таблица П.3

Режим	Пороговый информативный потенциал, Н	Примечание
ФАП-300 гц	6.10^3	
ФАП-30 гц	6.10^2	
ТМ-3200	6.10^5	0,1% ошибок
ТМ-800	$1,5.10^5$	
ТМ-400	8.10^4	
ТМ-200	4.10^4	
ТМ-50	$1,5.10^4$	
$Д\dot{Д}$	3.10^3	0,1 км; 0,1 м/сек
Квитированные	6.10^3	1% ошибок
ФТ	3.10^4	Девиация $m = 8$
МКТВ	6.10^6	Четкость 300-350 строк

Основным режимом приема ТМ информации был режим 800 изм/сек (ТМ-800). В совмещенном приеме ФТ+ТМ использовался режим 200 изм/сек (ТМ-200). Сигналы квитирования команд выдавались на командные пульты С615Е, на систему С1, на командный пункт управления об"ектом и НКИК (КП). Замечаний по работе систем нет.

[redacted]

[redacted]

Отмечено, что имели место сильные внешние помехи в дециметровом (ДМ) диапазоне радиоволн от мощных самолетных и авиационных радиостанций.

Внешние помехи в ДМ диапазоне появлялись очень часто в работе с об"ектом Е8 № 204 как через антенну НИП-I0, так и через антенну НИП-I6, были значительными и существенно мешали приему ТМ, МКТВ и ФТ.

§ 5. Работа с использованием приемных устройств НИП-I6

В связи с капитальным ремонтом антенны ТНА-400 на НИП-I0 в 3 лунном дне была проведена проверка возможности управления движением лунохода при ретрансляции через РРЛ Р-600 сигнала, принятого антеннами и приемными устройствами НИП-I6. После проверки и отладки систем в IУ лунном дне был осуществлен окончательный переход на режим ретрансляции сигнала.

На рис. П.2 представлена блок-схема приемного устройства при работе через НИП-I6 с апреля I973 г. Видеосигнал, содержащий групповой спектр поднесущих частот телеметрии, МКТВ, ФТ, квитирования команд (КВ), с когерентного детектора прибора С-3I2 (4Л) НИП-I6 передавался через РРЛ Р-600 на НИП-I0. На НИП-I0 видеосигнал с Р-600 поступает на прибор С302 системы 4Л для дальнейшей обработки и разделения по видам информации: ТМ, ФТ, МКТВ и КРЛ.

[redacted]

[redacted]

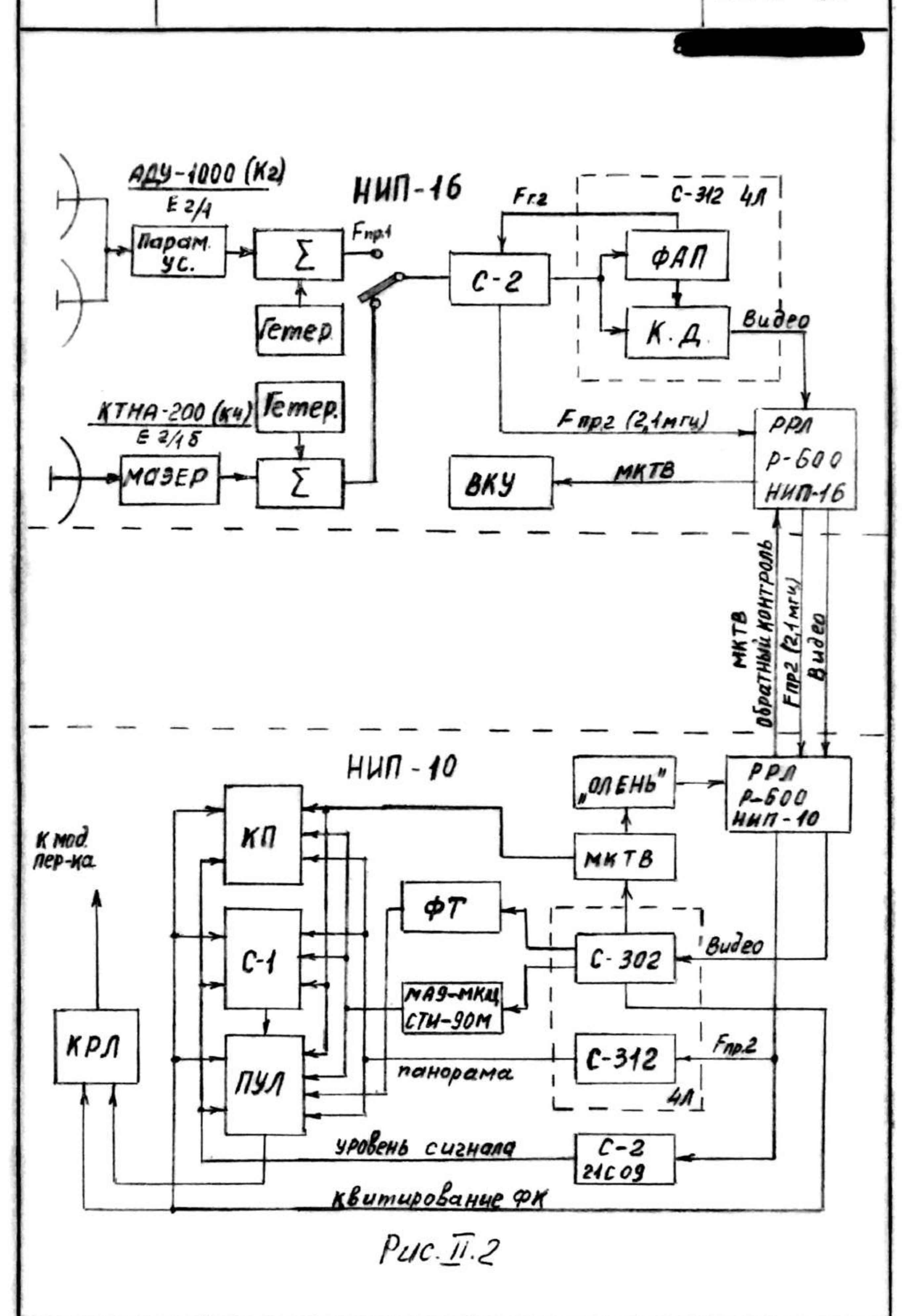


Рис. П.2

[redacted]

Таким образом, обеспечивалась работа пункта управления движением "Лунохода-2" по передаче команд с НИП-IO, по приему сигнала на НИП-I6 и по вторичной демодуляции и обработке сигнала на НИП-IO. Для оптимальной настройки когерентного детектора на НИП-I6 через РРЛ Р-600 с НИП-IO передавалось обработанное изображение МКТВ. С целью получения возможности индикации уровня принимаемого сигнала и оценки $P_c/P_ш$, что необходимо для работы оператора наведения на Землю бортовой антенны "Лунохода-2" (ОНА), с НИП-I6 передавался сигнал второй промежуточной частоты 2,I Мгц, который использовался в системе 2 (прибор 2IC09). Уровень сигнала и $P_c/P_ш$ индицировались на системе I и системе ПУЛ.

§ 6. Оценка работы командной радиолинии (КРЛ)

Проверка командных пультов С6I5Е перед работой была произведена автономно и в комплексе через передающие устройства "Горизонт" и "Бархат" с помощью имитатора бортовой аппаратуры системы I4Л. В соответствии с инструкцией по эксплуатации на комплекс перед каждым сеансом радиосвязи производились проверки по выдаче радиокоманд с пультов С6I5Е непосредственно и через пульты управления луноходом в системе ПУЛ в системах ФТ и МКТВ (изменение режимов работы телевизионных систем на борту).

В период работы с об"ектом Е8 № 204 на перелете к Луне и при движении на поверхности Луны было выдано большое количество функциональных (ФК) и числовых (ЧК) радиокоманд. КРЛ обеспечила высокую надежность прохождения команд.

[redacted]

[redacted]

Ряд замечаний по непрохождению радиокоманд или отсутствию квитирования их об"яснялись дефектами бортового дешифратора, изрезанностью бортовой диаграммы направленности.

Необходимо отметить, что неисправностей в командно-передающей аппаратуре сразу в двух дублирующих комплектах не отмечалось и их оперативное устранение в одном из комплектов не влияло на выполнение программы работы.

§ 7. Система ПУЛ

Работа системы ПУЛ с об"ектом Е8 описана подробно в отчете по об"екту Е8 № 203 (инв. № 03I004).

В соответствии с замечаниями и предложениями, отмеченными в отчете по Е8 № 203 для улучшения работы системы ПУЛ с об"ектом Е8 № 204, а также в соответствии с решением оперативно-технического руководства были проведены следующие изменения:

- выведен из состава ПУЛ один дублирующий комплект пультов и устройств, так как опыт длительной работы с Е8 № 203 и наземных кодовых испытаний лунохода показал надежную работу одного комплекта пультов и устройств ПУЛ;
- основной комплект ПУЛ был размещен на освободившейся площади более целесообразно и свободно;
- были введены и поставлены новые видеоконтрольные устройства типа ВК-I53 (размер экрана 59 см по диагонали) на специально изготовленных подставках с регулируемым положением ВКУ.

[redacted]

[redacted]

Для повышения оперативности управления луноходом в системе ПУЛ произведены некоторые усовершенствования:

- на пульте водителя (ДУ00I) установлены дополнительные кнопки и транспаранты для выдачи команд "ИI" ("Пенетрирование") и "ДЗ" ("Поднято, опущено 9-е колесо");

- по цепям связей С6I5Е - ПУЛ - МКТВ - ФТ введены дополнения, улучшающие оперативное управление бортовыми приборами МКТВ и ФТ непосредственно от систем МКТВ и ФТ;

- введены дополнения, расширяющие возможности отображения команд систем МКТВ и ФТ;

- в связи с изменениями бортовой логики команд систем МКТВ и ФТ в приборе ДУ008 проведена коррекция электрической схемы;

- на пульте оператора ОНА (ДУ003) введено отображение 5 положений состояния ОНА, вызванное изменениями на об"екте № 204 в управлении бортовым антенным устройством;

- в состав об"екта Е8 № 204 введен лазерный прибор ФА0I0, в связи с чем на НИП-I0 была установлена в комнате ПУЛ (№ 32) система передачи синхронной команды (СПСК) и проведены изменения, связанные с передачей сигналов от системы ПУЛ в систему СПСК (маркер МПВУ);

- система ПУЛ дополнена индикатором уровня (самописец типа ЭПП-09) и панорамным индикатором спектра принимаемого сигнала (осциллограф типа ИО-4);

[redacted]

– на рабочем месте штурмана установлен индикатор телеметрического сигнала типа Б-398 и дополнительное телевизионное видеоконтрольное устройство ВКI53;

– в связи с изменениями параметров бортовых ТМ датчиков произведена перекалибровка шкал индикаторов ПК-I, ПВ-I, ПА-I устройства аналоговой индикации параметров движения лунохода.

Перечисленные изменения в аппаратуре улучшили условия работы экипажа водителей и операторов систем ПУЛ, МКТВ, ФТ.

Аппаратура системы ПУЛ в течение всего периода работала устойчиво, отказов не отмечалось, за исключением покупных телевизионных ВКУ типа ВКI53, которые при длительных сеансах вождения "Лунохода-2" иногда работали неустойчиво.

В качестве предложений, направленных на улучшение работы экипажа водителей и операторского состава, необходимо отметить следующие:

– по результатам натурных испытаний Е8 № 204 экипажу водителей совместно с Головной организацией, а также с другими заинтересованными организациями, составить перечень дополнительных изменений в аппаратуре системы ПУЛ и направить его в виде технического задания в НИИП;

– целесообразно полностью заменить аппаратуру ПУЛ на вновь разработанную модернизированную аппаратуру системы ПУЛ, имеющую ряд преимуществ;

– в помещении, где расположена аппаратура системы ПУЛ, необходимо предусмотреть каналы для кабелей, установить на потолке вентиляторы.

[redacted]

[redacted]

§ 8. Система МКТВ

Наземная аппаратура МКТВ состоит из двух полукомплектов. Каждый полукомплект включает в себя демодуляционную аппаратуру, синхронизатор, аппаратуру восстановления видеосигнала и изображения, а также выходные формирующие устройства.

В составе аппаратуры имеются фоторегистраторы, имитатор бортового телевизионного устройства, приборы сопряжения с системой видеомагнитофона "Кадр I" и пульт управления системой МКТВ в целом.

Аппаратура рассчитана на прием монохроматического телевизионного сигнала МКТВ с частотной модуляцией на поднесущей частоте 750 кгц и пилот-сигналом синхрочастоты I Мгц с временем передачи одного кадра 3,2; 5,76; I0,88; 2I,I2 сек.

Для обеспечения качественного приема изображения в наземной аппаратуре имеется возможность подбора наиболее оптимальной полосы входных фильтров в зависимости от рабочего режима и энергетики канала.

Оба полукомплекта имеют в своем составе аппаратуру восстановления изображения. В отличие от работы с об"ектом Е8 № 203 на первом полукомплекте аппаратуры устройство восстановления изображения с оптической парой было заменено стойкой ЭУ-003, где изображение восстанавливалось на потенциалоскопах "Финт". Технические параметры прибора:

- разрешающая способность 500 элементов на строку;
- количество передаваемых градаций яркости ≥6.

[redacted]

[redacted]

Эти параметры обеспечили удовлетворительное качество восстановленного изображения, передаваемого с борта аппарата "Луноход-2".

Кроме того, были установлены дополнительные блоки в стойку ЭК-00I, которые обеспечивали более оперативную и точную фазировку принимаемого сигнала, что значительно сократило время, отводимое на вхождение в связь. В эти же блоки были введены специальные корректирующие устройства, позволившие улучшить качество восстанавливаемого изображения за счет уменьшения видности переходного процесса нарастания темнового тока передающей трубки камеры в интервале большого кадра, а также компенсации вертикальных полос, обусловленных переходными процессами. В самой стойке ЭК-00I были модернизированы платы ЭК-002-05, что улучшило вертикальную структуру восстанавливаемого изображения за счет более равномерной укладки импульсов опроса.

Для проведения отладочных работ системы МКТВ в состав аппаратуры был введен прибор ЭК-007-имитатор бортовой аппаратуры.

Второй полукомплект аппаратуры остался укомплектованным макетным устройством с потенциалоскопами "Финт".

Указанные изменения привели к выравниванию характеристик каналов, существенно повысили качество изображения, эксплуатационную надежность системы и позволили работать с большей частотой смены кадров.

[redacted]

[redacted]

С помощью фоторегистраторов производилась регистрация принимаемого изображения.

В виду лучшей (по сравнению с об"ектом № 203) энергетикой радиолинии стала возможной работа со скоростью кадр за 5,76 сек. Это увеличило информативность системы, соответственно возросло количество регистрируемых кадров. Поэтому было принято решение производить одним комплектом фоторегистратора выборочную регистрацию (по указанию группы управления). Второй фоторегистратор работал в режиме непрерывной с"емки (регистрация каждого кадра МКТВ).

Вследствие того, что бортовые камеры об"екта № 204 отличаются от камер об"екта № 203 на системе МКТВ было установлено новое табло отображения состояния бортовой аппаратуры ЧУ255, имеющее устройство запоминания набранной диафрагмы на об"ективе камер.

Пульт системы МКТВ С315 позволяет иметь отображение работы всех устройств системы, а также управлять их режимами работы. С пульта производится управление бортовыми приборами МКТВ с помощью II функциональных команд.

Восстановленный телевизионный сигнал после преобразования в стандартные параметры подается на видеоконтрольные устройства ПУЛ для экипажа водителей лунохода, а также на аппаратуру "Аристон" и в линию связи в центр по сбору информации космических об"ектов.

[redacted]

[redacted]

В связи с изменением соотношения ЧМ сигнала и пилот-сигнала в приборе С646 были введены узкополосные системы ФАП для обеспечения синхронизации. Переменная полоса ФАП позволяет обеспечить оптимальную синхронизацию при ухудшении энергетики канала.

Аппаратура системы МКТВ в течение всей работы с об"ектом Е8 № 204 обеспечивала необходимое качество телевизионного изображения лунной поверхности, что способствовало успешному вождению "Лунохода-2".

В процессе вождения операторы системы МКТВ, наблюдая за качеством изображения,могли управлять бортовыми камерами и устанавливать необходимый режим их работы по командам с Земли.

Работа с прибором ЭУ-003 во время сеансов связи показала, что его ограниченный динамический диапазон затрудняет получение качественного изображения.

За время работы с об"ектом "Луноход-2" было проведено большое количество сеансов передачи телевизионного изображения. Все сеансы записывались на видеомагнитофон "Кадр I" с целью просмотра и анализа сюжетов после сеанса. За это время было зарегистрировано около 69000 кадров на фоторегистраторах и I5 км кинофильма.

При подготовках к последующим работам необходимо учесть и по возможности устранить следующие недостатки:

- сократить время процесса вхождения в синхронную связь и формирования изображения с 5-I0 до 2-3 мин., для чего необходимо пересмотреть системы фазировок опроса и останова;

[redacted]

[redacted]

- необходимо вести дальнейшие работы по улучшению качества изображения с прибора ЭУ-003 (расширение динамического диапазона);

- улучшить качество снимков фоторегистраторов (например, используя эффект интегрального накопления изображения за все время существования кадра МКТВ), а также оперативную выдачу снимков МКТВ представителям группы управления.

В заключение по системе МКТВ можно отметить следующее:

- наземная система МКТВ выполнила поставленную перед ней задачу по обеспечению экипажа водителей "Лунохода-2" необходимой телевизионной информацией;

- отснятые в процессе сеансов кадры поверхности Луны переданы на обработку научным организациям.

§ 9. Система ФТ

Аппаратура системы ФТ была использована без изменений, т.е. в соответствии с представленной ранее в отчете по об"екту Е8 № 203 (инв.№ 031004).

Передача изображения производилась по радиолинии в ДМ диапазоне с модуляцией ФМ поднесущими 130 и 190 кгц (можно производить передачу двух изображений одновременно). Сигнал каждой поднесущей частоты модулирован ЧМ видеосигналом.

При необходимости один из этих каналов передачи информации использовался для передачи научной информации с прибора "Рифма".

[redacted]

[redacted]

С помощью системы ФТ в процессе всей работы "Лунохода-2" на поверхности Луны производился осмотр местности, по которой должен был проходить маршрут движения. Все панорамы лунной поверхности приняты на Землю с высоким качеством. За время работы лунохода было принято 93 панорамы, из них I8 стереопанорам. Стереоизображения показали, что с помощью их можно достаточно легко оценивать рельеф поверхности Луны с точки зрения безопасности движения, а также с научной точки зрения.

Первичная обработка принятых изображений производилась с помощью средств наземной аппаратуры на НИП-I0, что позволяло достаточно оперативно представлять группе управления лунные панорамы. Аппаратура ФТ за этот период наработала более I500 час.

Работа с "Луноходом-2" показала, что возможность выдачи на борт оперативных команд КРЛ (II,I2,I3 вертикаль) позволила существенно упростить управление бортовой системой ФТ.

§ I0. Система CI

Система CI представляет собой командный пункт (КП) управления комплексом "Сатурн-МСД", где сосредоточены:

- громкоговорящая связь ведущего со всеми службами и системами комплекса, размещенного в пяти технических сооружениях (зданиях);

- приборы, позволяющие выбирать режимы работы комплекса "Сатурн-МСД" (излучение в дециметровом или метровом диапазоне волн, квитирование ФК или ЧК от I или 2-го комплекта приемного

[redacted]

[redacted]

устройства и т.д.);

- приборы визуального наблюдения обнаружения сигнала, вхождения в синхронную радиосвязь;

- приборы измерения и регистрации отношения $P_C/P_Ш$;

- индикация и отображение выдаваемых команд и обратного контроля команд в эфире;

- приборы контроля телеметрического сигнала;

- приборы формирования и индикации точного времени.

В процессе проведения работы все приборы функционировали нормально. Организация работы по управлению комплексом производилась в соответствии с инструкцией по эксплуатации ИЮI.382.204 И/с.

В сеансах непосредственного движения лунохода по поверхности Луны ведущий КП системы "Сатурн-МСД" передавал управление по КРЛ командиру экипажа водителей в системе ПУЛ.

§ II. Аппаратура командного пункта управления об"ектом (КП)

Аппаратура командного пункта (КП) расположена в комнате IO здания № I и предназначена для визуального контроля при управлении об"ектом следующих параметров и режимов работы комплекса "Сатурн-МСД" НИП-IO:

- выдача функциональных и числовых команд в метровом и дециметровом диапазонах радиоволн с квитированием по обратному радиоканалу или без квитирования;

[redacted]

- панорамного обнаружения сигнала;

- индикации синхронизации наземной системы ФАП после вхождения в связь в виде кольца или эллипса на экране осциллографа;

- индикации и регистрации уровня принимаемого сигнала с оценкой отношения $P_C/P_Ш$;

- индикации принимаемой телеметрической информации на экране прибора Б-398;

- индикации изменения величины допплеровского сдвига частоты с помощью частотомера типа ЧЗ-3;

- индикации точного времени на табло прибора 2/Б-500.

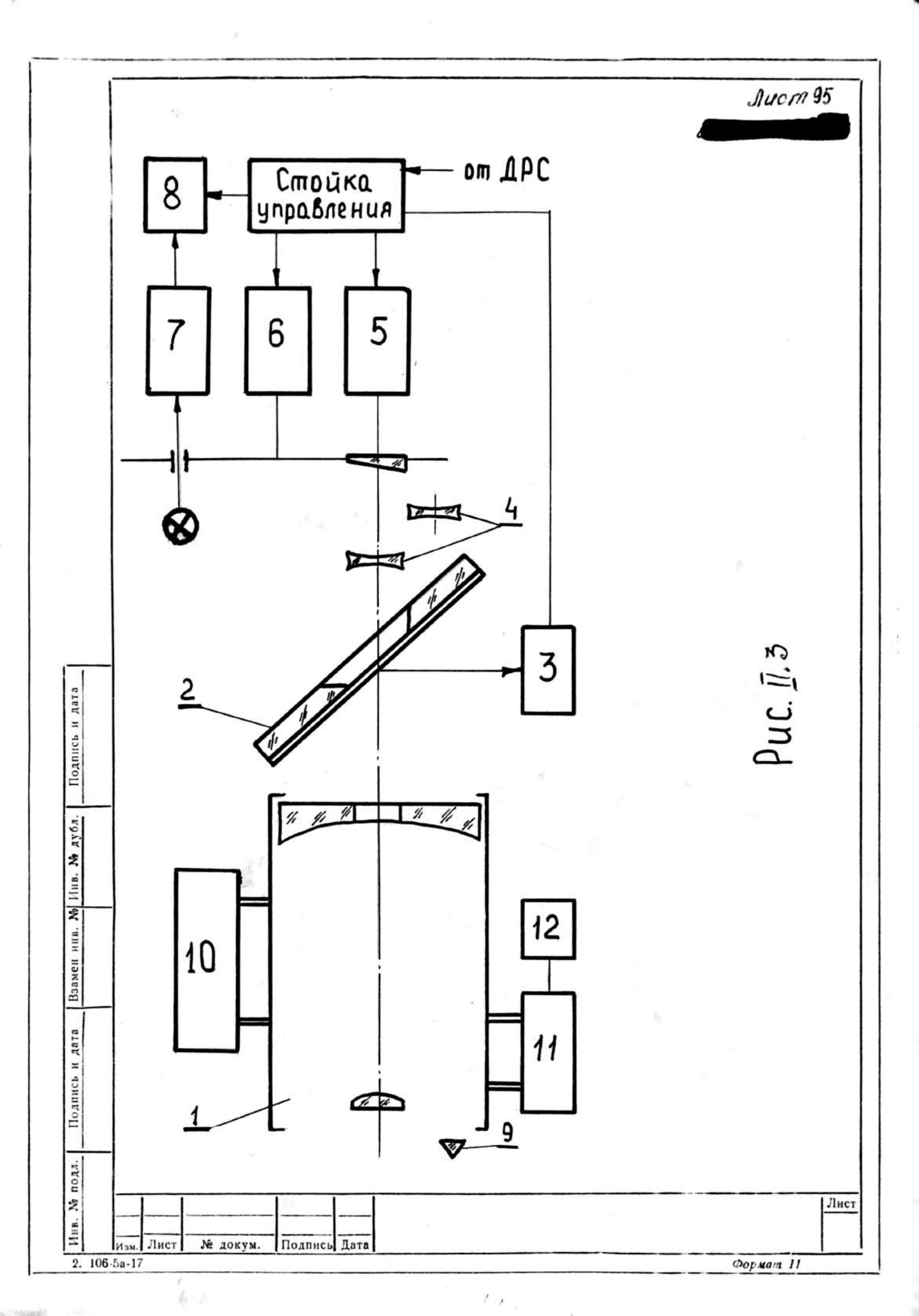
Аппаратура КП работала без замечаний.

§ I2. Система оптико-лазерная и астрономические средства

Оптико-лазерная система является наземной частью системы "Сейм", предназначенной для определения селенографических координат лунохода. В основу этого метода определения селенографических координат об"екта положен следующий принцип. Положение об"екта определяется путем фотографирования участка лунной поверхности с опорными кратерами и фиксацией направления уходящего лазерного луча.

Блок-схема наземного лазерного пеленгатора (НЛП) приведена на рис. П.3. Основными элементами являются астрономический телескоп типа АЗТ-8 или АЗТ-I4 и лазерный передатчик на рубине "Колчан-I", излучающий световые импульсы с частотой до I0 гц, с энергией в импульсе 0,5 дж и длительностью $25 \cdot 10^{-9}$ сек. на длине волны 0,6943 мкм.

[redacted]


Лист 95
[redacted]
Стойка управления
от ДРС
8
7
6
5
4
3
2
1
9
10
11
12
Рис. II.3
Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взамен инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.
Изм.
Лист
№ докум.
Подпись
Дата
Лист
2. 106-5а-17
Формат 11

[redacted]

В фокальной плоскости телескопа (I) после светоделительной пластины (2), имеющей дихроическое покрытие (максимальное пропускание на λ = 0,6943 мкм) на фотопленке фоторегистратора (3) строится изображение опорного поля - участка лунной поверхности. Сменные окуляры (4) вместе с телескопом образуют галлилеевскую телескопическую систему, служащую для коллимации излучения лазерного передатчика (5). Фокусные расстояния окуляров подбираются таким образом, чтобы расходимость лазерного луча на выходе телескопа была I2 и 6 угл.сек. (поиск, грубые измерения) и 2 угл. сек. (точные измерения). Перед окуляром установлено сканирующее устройство (6), представляющее собой вращающийся диск с набором оптических клиньев. Сканирующее устройство обеспечивает 2I положение лазерного луча в зоне поиска за полный цикл сканирования.

Диск сканирующего устройства приводится во вращение шаговым двигателем. Сканирующее устройство имеет датчик угла (7), обеспечивающий синхронизацию излучения лазерного передатчика с моментом совпадения на его выходе оптических зрачков сканирующего устройства. Импульсом с датчика осуществляется также запуск фоторегистратора РФК-5. Кроме того, датчик угла дает информацию на табло отображения (8) о текущем положении лазерного луча в пространстве относительно оси визирования телескопа, совпадающей с центром табло.

После сканирующего устройства излучение лазерного передатчика проходит через окуляр (4), светоделительную пластину (2) и излучается через телескоп.

[redacted]

[redacted]

Небольшая часть энергии излученного импульса с помощью уголкового отражателя (9), укрепленного на выходном зрачке телескопа, возвращается в телескоп строго параллельно оси излученного импульса и отражаясь от поверхности светоделителя фиксируется на фотопленке фоторегистратора (3). Таким образом, на фотопленке получается изображение опорного поля (лунных кратеров) и лазерной отметки, соответствующей угловому положению в поле зрения телескопа излученного лазерного луча.

На телескопе установлен лунный фотогид (I0) для слежения за определенной областью Луны.

После наведения визирной оси телескопа на район нахождения об"екта начинается режим его поиска сканированием широкой диаграммой.

В момент попадания лазерного излучения на фотоприемник, находящийся на борту "Лунохода-2", на табло загорается сигнальная лампочка, от сигнала "Маркер", переданного на Землю по радиолинии системы ДРС.

С помощью коррекционных подвижек телескопа добиваются попадания об"екта в центр поля зрения телескопа, о чем можно судить по включению центральной лампочки на табло. Затем переходят на более короткофокусный окуляр и проводят операции, описанные выше. Окончательно сканирование заканчивают на окуляре с фокусным расстоянием 20 мм, при этом диаграмма зондирующего импульса равна 2 угл.сек. (на выходе телескопа).

После обнаружения об"екта фоторегистрируется каждый импульс лазерного передатчика, излученный в направлении об"екта.

[redacted]

[redacted]

Момент излучения лазерного импульса и момент прихода "квитанций" регистрируются на печатающих хронографах. Кроме того, с помощью самописца осуществляется регистрация лазерных посылок, "квитанций" соответствующих попаданий лазерного луча в об"ект с привязкой к масштабу времени и номеру кадра. Зная время распространения луча от наземного до Луны, время распространения радиосигнала от об"екта до приемного пункта, а также задержки в бортовой и наземной аппаратуре легко определить кадр, соответствующий попаданию лазерного луча в об"ект и, следовательно, подлежащий измерению.

Таким образом, в результате проведения сеанса получается серия из 200-300 кадров.

Благодаря довольно большому полю зрения системы ($5' \times 7'$) на кадре пленки фиксируется значительная часть лунной поверхности (рис. П.4). В таком поле при использовании в качестве опорного каталога - каталог Артура или Миллса будет порядка 20-30 опорных об"ектов, что дает возможность осуществить привязку лазерного импульса непосредственно к кратерам.

Кадры пленки отождествляются с картой Луны и для измерения выбираются опорные точки, равномерно распределенные по полю. После этого с помощью координатометра измеряются прямоугольные координаты Х и У всех опорных точек и лазерной отметки. Такой метод обработки позволяет получить координаты об"екта через сутки после сеанса с точностью 0,5-I км.

Для получения предварительных значений координат об"екта с точностью 3-4 км через несколько часов после окончания сеанса

[redacted]

[redacted]

Рис. П: 4

Отпечаток фотопленки, полученной во время сеанса

[redacted]

используется метод обработки с помощью стереокомпаратора. При этом методе обработки опорные точки измеряются только на первом кадре. При обработке последующих кадров время затрачивается только на совмещение опорных точек измеряемого кадра с опорными точками первого кадра и на измерение прямоугольных координат лазерной отметки.

Далее селенографические координаты об"екта и в первом и во втором методах вычисляются по формулам лунной фотографической астрометрии.

Из-за конечной величины диаграммы направленности лазерного луча, его уширения и случайных отклонений из-за атмосферной турбулентности, вызванных неоднородностями атмосферы, в результате обработки пленки, полученной во время сеанса, положение об"екта получается в виде некоторого "круга рассеяния". Центр этого круга определяет положение об"екта на лунной поверхности.

Результаты и оценка работы наземных средств на НИП-10

Наземные лазерные комплексы, предназначенные для работы с прибором ФА010, были созданы в местах, пригодных для астрономических наблюдений и оснащенных телескопами. Наземные лазерные пеленгаторы были установлены в г. Евпатория на ЛП-1 - пункт отличается большим количеством ясного времени в летнее время и на ЛП-2, расположенным в горах Заилийского Ала-Тау под г.Алма-Ата на высоте 3000 м - пункт отличается высокой прозрачностью и большим количеством ясного времени в зимнее время.

[redacted]

[redacted]

Для обеспечения работ с прибором ФА010 наземные комплексы ЛП-I и ЛП-2 должны получать с пункта управления луноходом, сигналы попадания лазерного луча в прибор ФА010 - маркер ПВУ, принятые по радиолинии с борта. Кроме этого, на ЛП-I и ЛП-2 должна поступать информация о режимах работы прибора ФА010 о выдаваемых командах, а также поддерживаться оперативная двухсторонняя громкая связь между оператором прибора ФА010 на НИП-10 с руководителями наземных ЛП комплексов. Перечисленные выше функции выполняются пультами ДУ-024, установленными на НИП-10, ЛП-I и ЛП-2.

Сигнал попадания лазерного луча - "Маркер ПВУ" выделяется наземными средствами "Сатурн-МС" (НИП-10) и поступает на пульт ДУ-024. На пульте имеется транспарант "Маркер ПВУ" - зажигающийся в момент прихода сигнала попадания. Выданные на НИП-10 команды для управления прибором ФА010 с пульта С615 поступают на пульт ДУ-024 и индицируются с логикой, заложенной в приборе ФА010. Таким образом, оператор прибора ФА010 на пульте ДУ-024 видит все сигналы и команды, приходящие на прибор, а также их исполнение на борту.

Для того чтобы руководители комплексов на ЛП-I и ЛП-2 наблюдали аналогичную картину на своих пультах ДУ-024, в них предусмотрена возможность передачи в линию связи "Маркера ПВУ" и всех команд прибора ФА010.

При приходе маркера на пульт ДУ-024, расположенный на НИП-10, на нем высвечивается транспарант, а в линию связи на ЛП-I и ЛП-2 на время действия маркера посылается импульс частоты в спектре телефонного канала. Поступив на вход ДУ-024, рас-

[redacted]

[redacted]

положенного на пункте, и пройдя камертонный фильтр он высвечивает транспарант "Маркер ПВУ" и поступает на стойку ФУ-039, где он записывается на самописец и хронограф для последующей обработки.

Команды, которые выдаются на прибор ФА0I0, поступают на пульт ДУ-024 (НИП-I0) в виде импульса по своей шине, число которых равно числу команд. В пульте ДУ-024 импульс, поступивший по шине, вызывает срабатывание шифратора команд. Команда представляет собой четырехразрядный последовательный двоичный код, где "0" и "I" соответствуют свои частоты в спектре телефонного канала. При поступлении такой последовательности на вход ДУ-024 камертонные фильтры выделяют "0" и "I", а дешифратор команд выделяет соответствующие команды, после чего высвечиваются соответствующие транспаранты.

При работе с прибором ФА0I0 на пультах ДУ-024 на ЛП-I и ЛП-2 отображаются все сигналы попадания и все команды, поданные по радиоканалу на прибор ФА0I0. Число попаданий просчитывается счетчиком. Пульты ДУ-024 выполнены таким образом, что в каждом из них есть внутренняя самопроверка, а перед началом работы оператор ФА0I0 может проверить как свой ДУ-024, так и ДУ-024 на ЛП-I и ЛП-2.

Успешная работа при большом удалении оператора ФА0I0 и наземного комплекса, проводящего работу с прибором, возможна при наличии оперативной громкой связи. Поэтому в пультах ДУ-024, расположенных на пунктах, предусмотрены различные режимы работы, позволяющие оперативно использовать телефонный канал для

[redacted]

[redacted]

приема "Маркера ПВУ" и команд для громкой связи.

Как показал опыт работы, система, построенная таким образом, позволяет обеспечить наземные комплексы необходимой для работы с прибором ФА010 информацией и оперативной громкой связью.

Опыт работы с наземной аппаратурой, расположенной на НИП-10 и квантово-оптических пунктах ЛП-1 и ЛП-2, показал, что она требует ряд доработок.

Необходимо доработать отдельные узлы пульта ДУ-024, заменив релейные логические схемы на более экономичные и надежные - интегральные схемы.

В процессе ЛКИ выявились некоторые конструктивные и другие недостатки, затрудняющие эксплуатацию системы как в процессе юстировочно-наладочных работ, так и непосредственно при проведении сеансов.

В целях устранения этих недостатков, а также повышения степени автоматизации и сокращения количества операторов необходима модернизация оптико-механических узлов и блоков системы.

При этом будет обращено особое внимание на унификацию узлов и блоков системы, чтобы обеспечить их применение в квантово-оптической системе траекторных измерений, создаваемой на основе телескопа АЗТ-24 по заказу 117 ("Сириус").

Из-за плохих метеоусловий на ЛП-1 в зимнее время работа с прибором ФА010 проводилась в основном с квантово-оптического пункта ЛП-2.

За время проведения ЛКИ было зарегистрировано более 4000 "квитанций", подтверждающих попадание лазерного луча в об"ект,

[redacted]

[redacted]

и получено около I500 фотоснимков с лазерной отметкой. Все полученные фотоснимки измерены.

В процессе проведения сеансов и при последующей обработке отработана методика быстрого и уверенного вхождения в оптическую связь с об"ектом.

Определено оптимальное количество наблюдательного материала, необходимого для получения селенографических координат об"екта и выработаны методы получения этой информации.

Определены селенографические координаты лунохода в трех точках на пути его следования от точки посадки к борозде — "прямой": в сеансах I3-I4 февраля, I4 марта и I3 апреля.

В табл. П.4. приведены координаты, измеренные с помощью наземного лазерного пеленгатора, среднеквадратическая погрешность этих координат, координаты "Лунохода-2", определенные штурманской группой методом геодезических засечек лунных гор на панорамных снимках и отклонение последних от координат, измеренных НЛП.

Из анализа табл. П.4 видно, что точность определения координат об"екта, находящегося на Луне, с помощью наземного лазерного пеленгатора соответствует техническому заданию по теме "Сейм" (I км).

[redacted]

Таблица П.4

Дата	Измерение НЛП		Средне-квадратическая погрешность координат НЛП		Координаты штурманской группы		Разность измерений НЛП и штурманской группы	
	$\lambda_{нлп}$	$\beta_{нлп}$	$\sigma_{\lambda\, нлп}$	$\sigma_{\beta\, нлп}$	λ	β	$\Delta\lambda$	$\Delta\beta$
I3–I4 февраля	$30^{0}26',4$	$25^{0}49',8$	I',0 (500м)	0',9 (450м)	$30^{0}27',3$	$25^{0}50',0$	-0',9 (-450м)	-0',2 (-100м)
I4 марта	$30^{0}28',5$	$25^{0}44',2$	0',54 (270 м)	0',48 (240 м)	$30^{0}29',3$	$25^{0}45',5$	-0',8 (-400м)	-I',3 (-650м)
I3 апреля	$30^{0}52',3$	$25^{0}44',I$	0',96 (480м)	0',66 (330м)	$30^{0}54',2$	$25^{0}46',0$	-I',9 (-950 м)	-I',9 (-950м)

[redacted]

[redacted]

[redacted]

В результате проведения ЛКИ было установлено, что отсутствуют заметные систематические погрешности, связанные с незнанием структуры лазерного луча в дальней зоне. Наличие таких погрешностей не исключалось до проведения ЛКИ, так как отсутствуют экспериментальные данные по этому вопросу.

В результате работы НЛП с "Луноходом-2" подтвердились теоретические предпосылки о том, что уголковый отражатель, установленный на выходе телескопа, правильно задает направление лазерного пучка в дальней зоне.

Все сеансы оптической связи сопровождались измерениями параметров атмосферы (температуры, давления, прозрачности), необходимых для учета дифференциальной хроматической абберации при измерении селенографических координат об"екта.

В сеансе 406 был проведен эксперимент по исследованию влияния атмосферы на прохождение лазерного излучения. Сеанс сопровождался измерениями флуктуаций температуры в приземном слое. Измерения проводились с помощью датчиков, укрепленных на привязном аэростате. Эти измерения дают возможность определить структурную постоянную атмосферы и, следовательно, турбулетные характеристики атмосферы во время сеанса.

Эта же наземная аппаратура была использована для эксперимента по исследованию возможности передачи информации методом время-импульсной модуляции по оптическому каналу связи Алма-Ата - "Луноход-2". Об"ект использовался для ретрансляции сигналов на Землю по радиоканалу. Пропускная способность данной линии связи равна I5 дв.зн/сек.

Проведенный эксперимент показал правильность принципов,

[redacted]

[redacted]

положенных в основу аналогичной лазерной линии связи, которую предполагается использовать в проектируемой лазерной командно-измерительной системе "Сириус".

Был также осуществлен эксперимент по вхождению в оптическую связь в дневное время суток (сеанс 206).

ВЫВОДЫ

I. Задачи по обеспечению натурных испытаний на участке перелета, возложенные на НКИК, выполнены полностью.

2. Комплекс "Сатурн-МСД" на НИП-IO обеспечил выполнение программы научных измерений на поверхности Луны и надежное управление движением "Лунохода-2".

3. Аппаратура отображения, сосредоточенная на КП, обеспечила четкое проведение работ по управлению об"ектом Е8 № 204 на перелете к Луне, во время сеансов коррекций и торможение при посадке на Луну. На этапе управления движением "Лунохода-2" оперативная группа управления находилась в помещении ПУЛ вместе с экипажем лунохода, что даже в условиях относительно освободившегося помещения стесняло, отвлекало и, тем самым, затрудняло работу экипажа водителей лунохода.

4. Наземная квантово-оптическая пеленгационная система полностью выполнила возложенные на нее задачи - определение селенографических координат Лунохода.

[redacted]

[redacted]

5. В результате натурных испытаний наземной квантово-оптической системы было установлено, что система удовлетворяет пред"являемым к ней техническим требованиям:

- система позволяет входить в устойчивую оптическую связь с об"ектом;

- система дает возможность измерять координаты об"екта на Луне с точностью не хуже I км;

- аппаратура и методика оптической юстировки системы позволяет надежно контролировать расходимость лазерного луча на выходе из системы;

- ресурс головки квантово-оптического передатчика обеспечивает бесперебойное проведение сеансов измерений;

- аппаратура передачи по стандартным каналам Мин. связи СССР "Маркера ПВУ" обеспечила надежную ретрансляцию.

6. Положительные результаты работы системы позволяют сделать вывод о возможности использования наземного лазерного пеленгатора в траекторных измерениях космических об"ектов.

[redacted]

[redacted]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

I. Бортовая аппаратура РК-Е8 и наземный комплекс "Сатурн-МС" полностью обеспечили:

- задачи управления системами об"екта и контроля за орбитой полета при выведении космического аппарата типа Е8 к Луне;

- посадку в заданном районе на поверхности Луны;

- привязку точки посадки к имеющимся картам Луны;

- управление движением лунной автоматической станции типа "Луноход-2";

- телеметрический контроль за работой систем об"екта КА и "Луноход-2";

- проведение штурманских счислений с курса с помощью телевизионных средств и привязка к картам Луны с помощью оптико-лазерных средств;

- передача научной информации.

2. Аппаратура РК-Е8, установленная на об"екте № 204, совместно с наземными средствами "Сатурн-МС", позволили оперативно управлять системами об"екта на всех этапах летно-конструкторских испытаний.

3. Отмеченные непрохождения функциональных команд в сеансе 307 и далее об"ясняются выработкой ресурса КРЛ ДМ. Для об"екта № 205 с целью увеличения ресурса проведены доработки (СI68МЗ заменен на СА046), изменена методика испытаний с целью экономии ресурса.

[redacted]

[redacted]

4. Разовые непрохождения ФК об"ясняются случайными сбоями из-за разовых несрабатываний реле. Количество неисполненных ФК подчиняются нормальному закону распределения случайных разовых несрабатываний реле. Для повышения надежности прохождения ФК на об"екте № 205 введена схема выдачи ФК по двум дешифраторам.

5. Отмеченные отказы ЯI98 вызваны превышением температуры наружной части приборов сверх нормы, предусмотренных ТЗ, вызванным как внешним разогревом, так и внутренним. Для об"екта № 205 причины, вызывающие внутренний разогрев, будут устранены.

6. Установленная на изделии антенна ОНА, разработанная предприятием п/я А-7544, имеет коэффициент усиления $К_у < 20$ при согласованной величине $К_у \geqslant 30$.

7. Натурные испытания об"екта № 204 подтвердили, что заложенные принципы построения радиокомплекса РК-Е8 правильны и могут быть распространены на об"екте № 205.

8. Установка двух камер системы МКТВ и одной камеры ФТ в поворотном контейнере лунохода для изделия № 205 позволит расширить технические возможности фототелевизионных и телевизионных средств об"екта № 205 по сравнению с об"ектом № 204.

[redacted]

[redacted]

Приложение

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПРИБОРОВ ЯI98 ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Введение

При реальной работе приборов ЯI98 в составе об"екта Е8 № 204 в сеансе I05 имел место сбой синхронизации камеры ЯI98 № ЮI45I9663Н (посадочное место Ш). См. рис. П.I.

В процессе работы проводились измерения температур по показаниям датчика (терморезистор расположен на основании механического блока развертки). График измерения температур приведен на рис. П.2.

Кривая температуры камер ЯI98 имеет ряд аномалий, в которых температура превышает нормы, установленные техническим заданием и документацией главного конструктора. Момент сбоя синхронизации произошел при температуре около $+70^{0}$С. Следует также отметить, что нагрев камеры Ш происходил и при выключении камеры.

Цель испытаний

Испытания проводились для выработки рекомендаций при работе с прибором ЯI98-Ш изделия № 204 и принятия решений по доработке конструкции и схемы автоматики прибора ЯI98 для последующих изделий.

Испытания проводились по программе от I.2.I973 г.

[redacted]

[redacted]

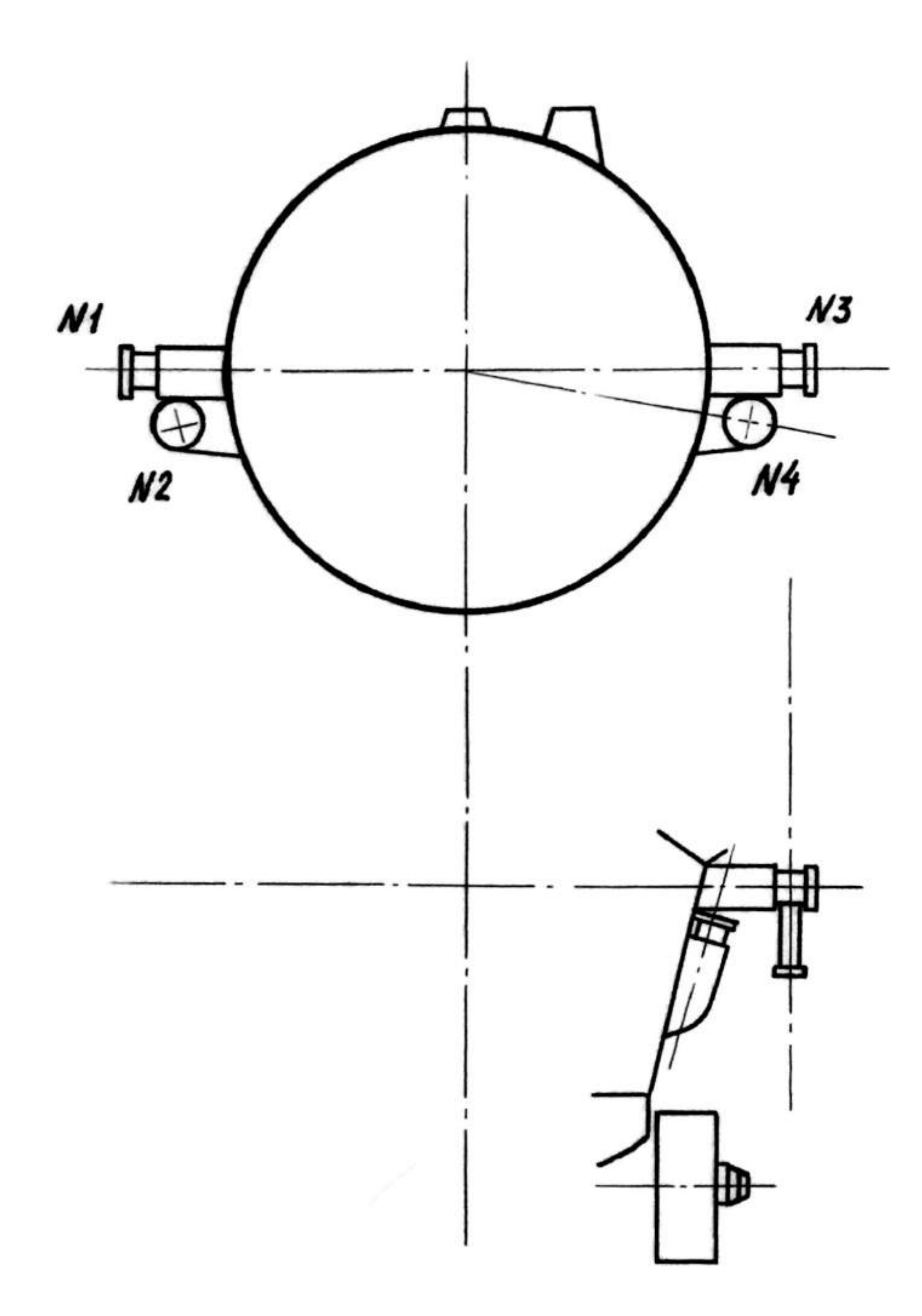


Рис.П.1. Схема установки приборов на объекте.

Лист 113

[redacted]

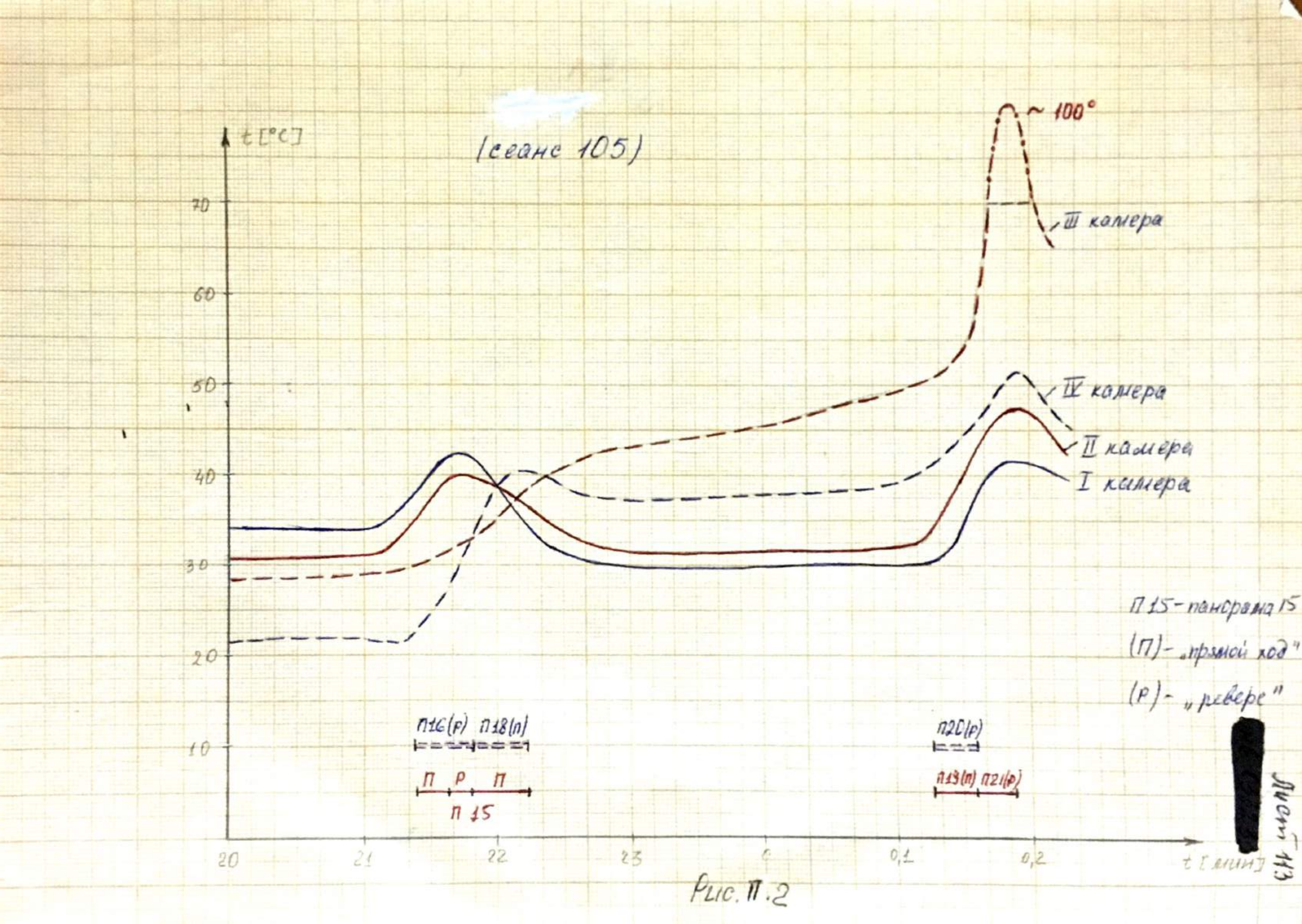


Рис. П.2

[redacted]

Об"ект испытаний

Испытаниям подвергались четыре прибора ЯI98 зав. № I452443278, ЮI45I9662Н, ЮI45I9665Н, ЮI45I9666Н, принятые ОТК и представителем заказчика.

Испытания проводились на испытательном оборудовании завода "Радиоприбор".

Условия испытаний

Испытания проводились в термокамере, обеспечивающей необходимый температурный режим окружающей среды и давление до 5 мм.рт.ст. без условия имитации теплообмена с корпусом об"екта и дополнительного нагрева от прямых солнечных лучей.

Об"ем и результаты испытаний

I. Для определения локального перегрева блока строчной и кадровой оптико-механической развертки камеры ЯI98 зав. № ЮI45I8665Н, I452443278 устанавливались в барокамеру. После выдержки при температуре +50^{0}С в течение 2 часов проводилось вакуумирование об"ема камер до 5 мм.рт.ст. Камера ЯI98 № ЮI45I9665Н была включена (подано напряжение -I4в). Камера ЯI98 № I452443278 была включена по полной программе энергопотребления с включением команды "Реверс". Результаты испытаний приведены в табл. П.I. Локальные перегревы камеры ЯI98 № ЮI45I9665Н за счет включения команды "Реверс" приведены в табл. П.2. График приведен на рис. П.3.

[redacted]

[redacted]

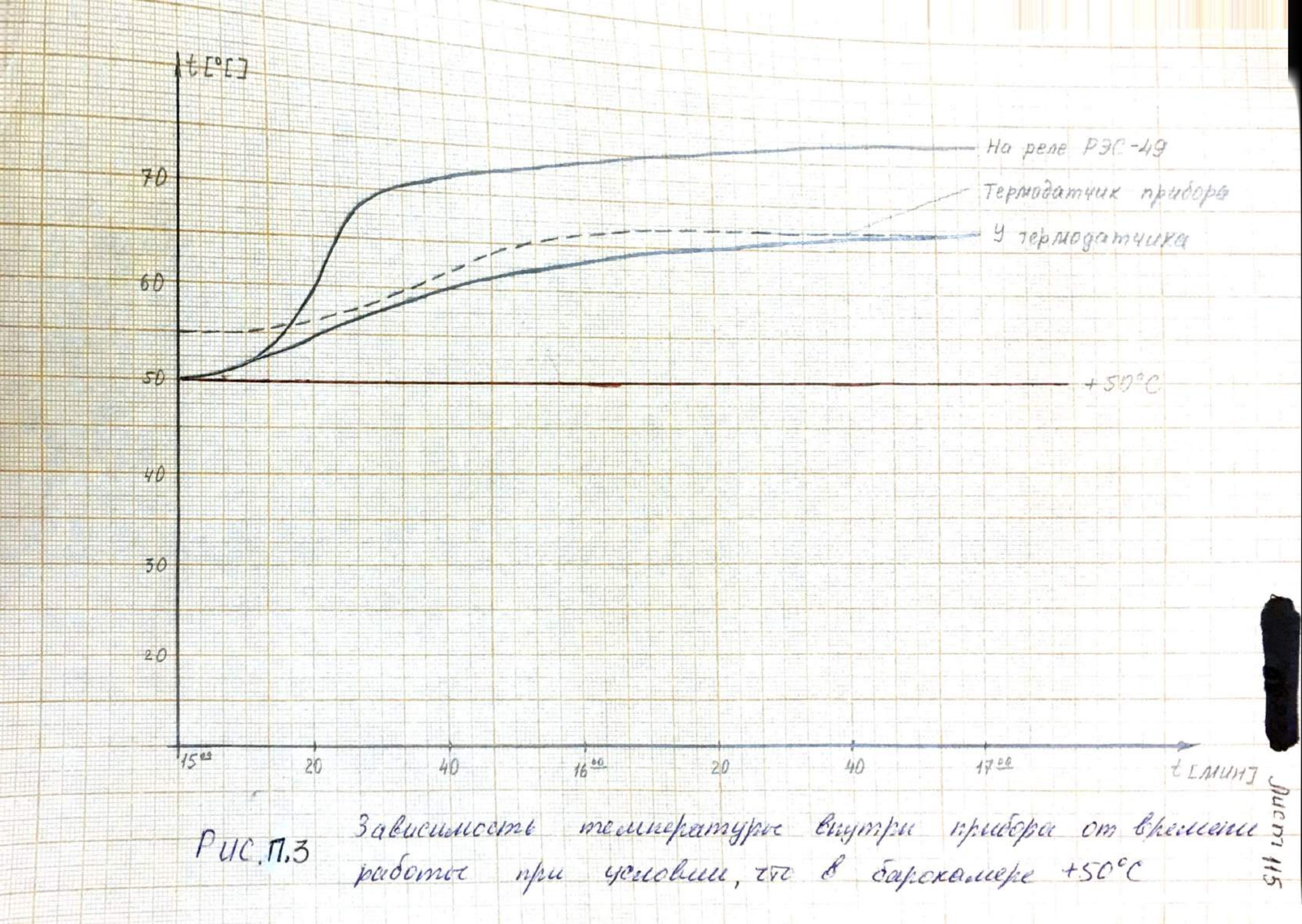


Рис. П.3 Зависимость температуры внутри прибора от времени работы при условии, что в барокамере +50°C

[redacted]

Проведенные испытания подтверждают характер и величины перегревов, полученных при работе камер ЯI98 на изделие № 204 (см. рис. П.2).

2. Камеры зав. № I452443278, ЮI45I9662H, ЮI45I9665H, ЮI45I9666H были помещены в термокамеру, температура в которой была доведена до +70°С. После двухчасовой выдержки при указанной температуре приборы поочередно включались и в течение I-го часа проверялись на функционирование на "прямом ходу" и "Реверс".

У прибора зав. № ЮI45I9665H через I5 мин. после включения начались сбои синхронизации, увеличилось потребление, скорость заметно снизилась. Прибор входил в синхронизм только в режиме I стр/сек на "прямом ходу". После двенадцатичасовой выдержки в нормальных условиях потребление прибора снизилось, но полное функционирование прибора не восстановилось. Остальные приборы функционировали нормально.

3. Прибор ЯI98 зав. № ЮI45I9666H был установлен в барокамеру, температура в которой была доведена до +I00°С, Р=760 мм. рт.ст. При указанной температуре прибор был выдержан 30 мин., после чего температура в камере была снижена до нормальной (+20°С). После двухчасовой выдержки при температуре +20°С прибор был включен и нормально функционировал.

[redacted]

Таблица П.I

Номер термопары	Температура, ^{o}C											Номер прибора	Место установки термопар
I термопара	50	52	52,5	53	55,5	56	56,5	58	58,5	59	60	ЮI45I9665Н	На корпусе у термодатчика
П термопара	50	52	52	52	53	52,5	52,5	53	53	54	54,5	I452443278	На плате внутри прибора
Ш термопара	50	52	52	52	53	52,5	52,5	53	53	53	54	-"-	На корпусе (зеленом)
IУ термопара	50	52	56,5	59	6I	62,5	65	65,5	66	66,5	67	-"-	На корпусе у термодатчика
У термопара	50	52	68,5	70	72	74	75	76	76,5	77	77,5	-"-	На реле РЭС-49
Время контроля	I5^{00}	I5^{I0}	I5^{25}	I5^{35}	I5^{47}	I5^{59}	I6^{I0}	I6^{2I}	I6^{30}	I6^{40}	I7^{00}		

Приборы помещены в термобарокамеру в I3 час. 30 мин., включены в I5^{00}, команда "Реверс на приборе № I45443278 была включена в I5 час. 20 мин.

[redacted]

[redacted]

Таблица П.2

Номер термокамеры				Температура, ^{o}C							Номер прибора	Место установки термопар
Показания, в	I,7	I,69	I,69	I,67	I,62	I,58	I,53	I,5	I,34	I,34	ЮI45I9665Н	
Температура, ^{o}C	55	56	56	57	57,5	58	60	60	65	65		
Показания термопары	60	6I	6I,5	6I,5	62	63	64,5	65	66,5	67,5		у термодатчика
Время контроля	$I7^{06}$	$I7^{07}$	$I7^{08}$	$I7^{09}$	$I7^{I2}$	$I7^{I5}$	$I7^{I8}$	$I7^{2I}$	$I7^{29}$	$I7^{40}$		

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Выводы

I. При длительной работе при t = +50°С в режиме "Реверс" происходит дополнительный разогрев механического блока развертки примерно на I7°С. Локальный перегрев на реле РЭС-49 примерно на 28°С. Все приборы функционировали нормально.

2. При температуре +70°С, что выше нормы ЧТУ на 20°С, прибор ЯI98 зав. № ЮI45I9665Н вышел из строя с потерей работоспособности и в нормальных условиях. Аналогичный выход из строя наблюдался в сеансах I03, I04 на изделия 204.

3. После однократной выдержки при t = +I00°С в выключенном состоянии прибор сохранил работоспособность в нормальных условиях. Вопрос о дальнейшей работоспособности исследуется.

Рекомендации

I. Для обеспечения выполнения задачи приборами ЯI98 на об"екте 204 необходимо построить программу работ следующим образом:

- запретить включение приборов ЯI98 при показаниях температурных датчиков более +45°С (точность датчика ±5°С);
- запретить использование режима "Реверс" при показаниях датчиков более +30°С. Время включения режима "Реверс" не должно превышать I0 мин.

2. Для обеспечения выполнения задачи приборами ЯI98 на последующих об"ектах необходимо провести следующие доработки:

- доработать схему автоматики прибора ЯI98 с целью исключения локальных перегревов;

[redacted]

- улучшить температурный режим на об"екте всех приборов ЯI98 и особенно прибора, устанавливаемого с ОВМ;

- для улучшения контроля температурного режима приборов ЯI98 на об"ектах устанавливать датчики СИТ на корпусах всех приборов.

3. Провести испытания приборов типа ЯI98 на предприятии А-7544 в условиях, приближенных к натурным.

[redacted]

[redacted]

ЛИТЕРАТУРА

I. Селиванов А.С., Тимохин В.А. О возможности построения космической телевизионной системы с изменяемой скоростью передачи изображения. Труды НИИП, вып. 4 (Ш), 1968, инв.№ 9906-I4.

2. Итоговый научно-технический отчет по теме "Галактика", "Космические телевизионные системы", т.П, кн.5, предприятие п/я Г-4149, 1969, инв. № 026452.

3. Селиванов А.С., Говоров В.М., Засецкий В.В., Тимохин В.А. Особенности построения и основные параметры телевизионных систем "Лунохода-I" сб. "Передвижная лаборатория на Луне "Луноход-I". М, "Наука", 1971.

4. Катаев С.И., Селиванов А.С., Серегин В.И., Тимохин В.А., Аванесов Г.А. Построение адаптивных телевизионных систем. "Техника кино и телевидения", 1972, № 9.

5. Отчет "Радиотехнический комплекс автоматических станций "Луна-I7" и "Луноход-I" (об"ект Е8 № 203). Предприятие п/я Г-4149, 1972, инв. № 031004.

6. Селиванов А.С., Тимохин В.А., Серегин В.И. Телевизионная система для управления движением луноходов. "Техника кино и телевидения", 1973, № 7.

7. Лапук А.Г., Осипова Т.Н., Холомеева Л.М. Усовершенствованный видикон с регулируемой памятью ЛИ429. "Техника кино и телевидения", 1973, № 6.

8. Лапук А.Г., Тимохин В.А., Адаскин Н.Б., Холомеева Л.М. Миниатюрный видикон с регулируемой памятью для ТВ системы лунохода. "Техника кино и телевидения", 1973, № 7.

[redacted]

[redacted]

9. Адаскин Н.Б., Гусар Ю.С., Тимохин В.А. Фокусирующе-отключающая система. Информационно-справочный листок № 5-19-69.

10. Адаскин Н.Б., Гусар Ю.С., Лубоятников Л.И., Тимохин В.А. Фокусирующе-отключающая система. Информационно-справочный листов, № 5-11-73.

11. Адаскин Н.Б., Тарасова Ю.Б., Тимохин В.А. Предварительный видеоусилитель. Информационно-справочный листок № 5-25-69.

12. Ульянов В.Н., Адаскин Н.Б. Предварительный усилитель с обратной связью для телевизионной камеры на видиконе. Информационно-справочный листок № 5-86-70.

13. Серегин В.И., Смирнов В.И., Тимохин В.А. ЧМ модулятор на полевых транзисторах. Информационно-справочный листок № 5-37-69.

14. Эскизный проект лазерной системы для точного определения селенографических координат лунного самоходного аппарата ракетно-космического комплекса Е8. Предприятие п/я Г-4149, 1968, инв.№ 023942.

15. Лазерный пеленгатор для измерения угловых координат дальних космических об"ектов. Отчет по НИР зак. 117. Предприятие п/я Г-4149, 1970, инв. № 028682.

17. Технический отчет по теме "Сейм". Предприятие п/я Г-4149, 1972, инв.№ 031275.

17. Эскизный проект опытно-конструкторской разработки по теме "Колчан-I". Предприятие п/я Г-4147, 1972, инв.№ 030372.

18. Экспресс-отчеты о результатах ЛКИ квантово-оптической системы для определения селенографических координат "Лунохода-2" в течение 2 и 3-го лунных дней. 1973. Инв.№

[redacted]

[redacted]

19. Краткий отчет о результатах летно-конструкторских испытаний квантово-оптической системы "Сейм", предназначенной для определения селенографических координат об"ектов Е8, 1973, инв. №

[redacted]

[redacted]

Фото панорамы Луны

[redacted]

Фото панорамы Луны